

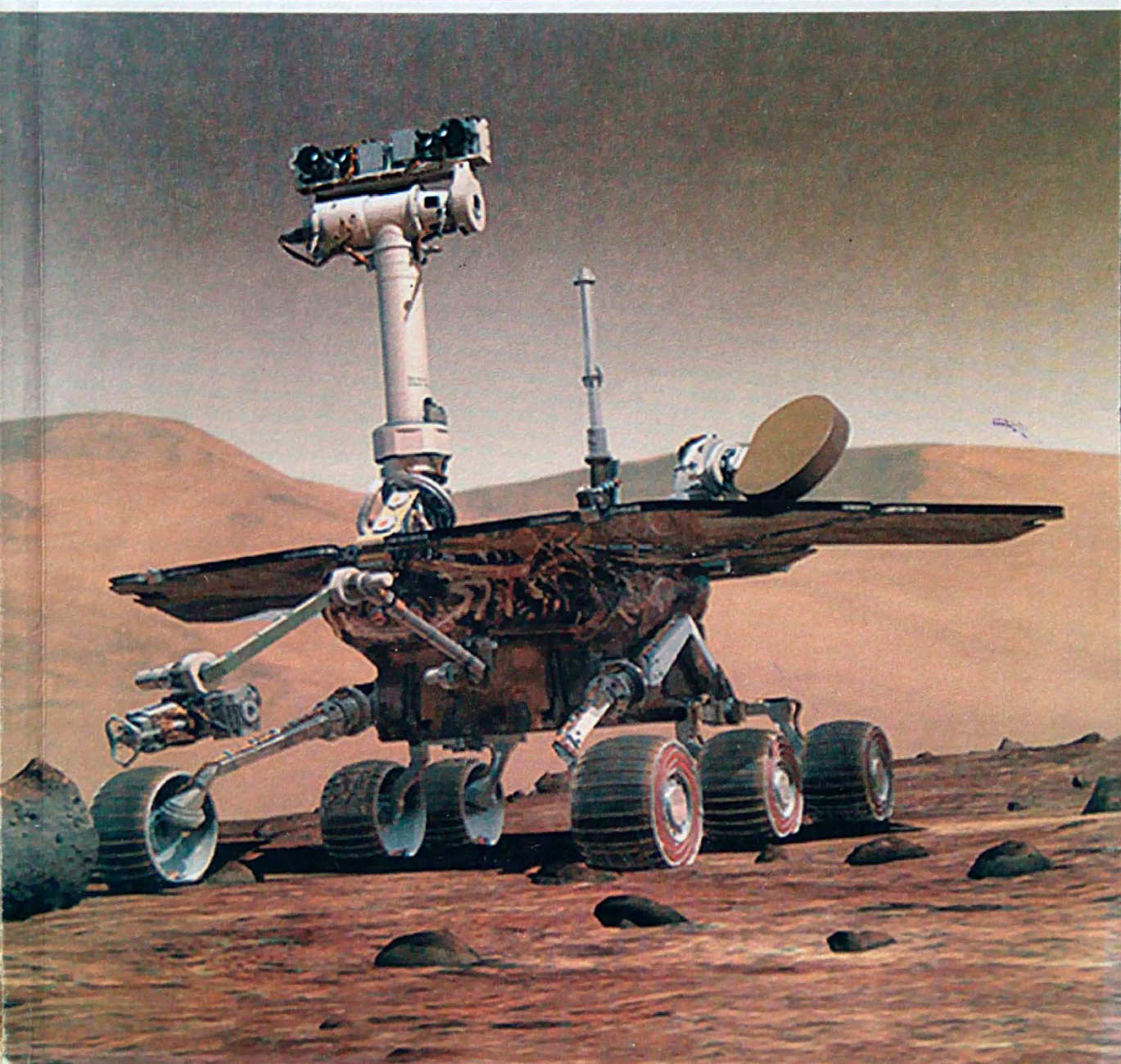
ISSN 0044-3948

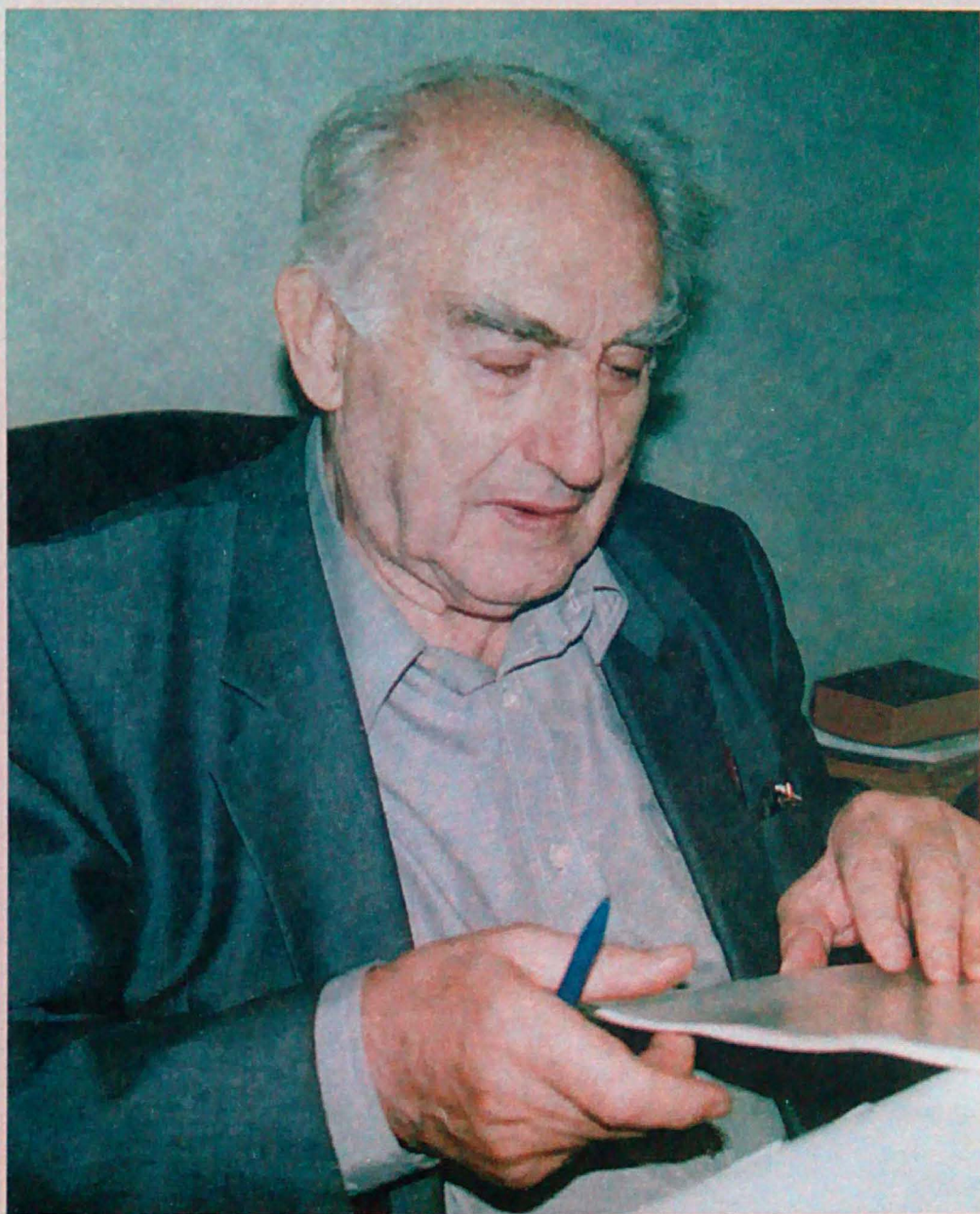
ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

КОСМОНАВТИКА
АСТРОНОМИЯ
ГЕОФИЗИКА

ЯНВАРЬ — ФЕВРАЛЬ

1/2004



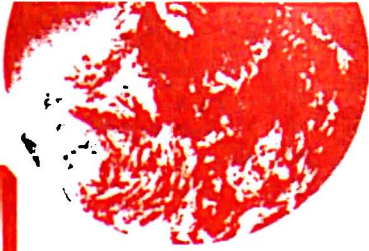


Редколлегия, редакция и авторский коллектив нашего журнала сердечно поздравляют выдающегося российского физика-теоретика, академика *Виталия Лазаревича ГИНЗБУРГА* с присуждением ему Нобелевской премии за 2003 год!

Научно-популярный журнал
Российской академии наук и
Астрономо-геодезического
общества
Издается с января
1965 года
Выходит 6 раз в год
Академиздатцентр
"Наука"
Москва

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

1/2004



Новости науки и другая информация: Скорость разрывов земной коры [13]; Солнце в августе–сентябре 2003 г. [22]; Первый китайский тайконавт в космосе! [24]; «Союз» будут запускать с Куру [25]; NASA может отказаться от «Спейс Шаттлов» [58]; Вулканы, открытые со спутника [73]; Катастрофа на бразильском космодроме [79]; Многофункциональная адаптивная оптика [82]; Последствия сближения новой кометы с Солнцем [86]; Новые книги [87, 95, 105]; Отложены запуски японских космических аппаратов [87]; Проблема «вечной мерзлоты»? [94]; Землетрясения грозят и Австралии [110]

В номере:

- 3 КАРПОВ Г.А. Мощь камчатского вулканизма
14 КУРТ В.Г. Космическая обсерватория для всех и каждого
26 ГЕРАСЮТИН С.А. Новое о межпланетных станциях и научных спутниках
41 ШАЦКИЙ А.А. Мосты между различными частями Вселенной

ЛЮДИ НАУКИ

- 47 Лев Исаакович Красный
54 Николай Васильевич Пушкин (к 100-летию со дня рождения)

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

- 59 МОХОВ И.И., СИДОРЕНКО Н.С., АНАНИЧЕВА М.Д. Всемирный форум геофизиков в Саппоро (23-я Генеральная Ассамблея Международного геодезического и геофизического союза)

ОБСЕРВАТОРИИ, ИНСТИТУТЫ

- 64 АДУШКИН В.В., КАЛМЫКОВ А.А. Институт динамики геосфер Российской академии наук

ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

- 74 КРИЧЕВСКИЙ С.В. Экологическая история орбитального комплекса «Мир»

ПРОБЛЕМЫ SETI

- 80 ФЕСЕНКО Б.И. Надо ли их искать?

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 83 Небесный календарь: март–апрель 2004 г.

ЛЮБИТЕЛЬСКОЕ ТЕЛЕСКОПОСТРОЕНИЕ

- 88 РУТКОВСКАЯ М.Я. Зеркало из вращающейся жидкости для телескопа

ХРОНИКА СЕЙСМИЧНОСТИ ЗЕМЛИ

- 90 СТАРОВОЙТ О.Е., ЧЕПКУНАС Л.С., ГАБСАТАРОВА И.П. Больше тысячи землетрясений (март–сентябрь 2003 г.)

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

- 96 ЛЕВИТАН Е.П. Заметки о литературе по астрономии для детей и подростков

102 ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

- 106 Указатель статей и заметок о планетах и их спутниках, опубликованных в «Земле и Вселенной» в 1965–2003 гг.



© Российская академия наук,
Академиздатцентр «Наука», 2004 г.

Zemlya i Vselennaya (Earth and Universe); Moscow, Maronovsky per., 26, f. 1965, 6 a year; by the Nauka (Science) Publishing House; Joint edition of the Russian Academy of Sciences and the Society of Astronomy and Geodesy; popular; current hypotheses of the origin and development of the Earth and Universe; astronomy, geophysics and space research; Chief Editor V.K. Abalakin; Deputies Editors V.M. Kotlyakov, E.P. Levitan

На стр. 1 обложки: Марсоход в месте посадки в январе-феврале 2004 г. Вверху: на штанге стереокамера для цветной панорамной съемки. Известно, что два самоходных аппарата запущены по американской программе "MER" в июне 2003 г. Рисунок NASA (к ст. С.А. Герасютина).

На стр. 3 обложки: Остаток сверхновой N49(DEML 190) расположен в пределах Большого Магелланова Облака. В волокнистой структуре остатка сверхновой прячется пульсар – нейтронная звезда, совершающая за 8 с один оборот вокруг своей оси и обладающая магнитным полем, в 10^{15} раз превышающим поле Земли. N49 – точечный источник рентгеновского излучения и мощной гамма-вспышки (5 марта 1979 г.). Снимок КТХ получен 3 июля 2003 г. Фото NASA.

На стр. 4 обложки: Извержение камчатского вулкана Шивелуч 22 мая 2001 г. Взрывное облако вышло даже за пределы тропосферы. Фото Н.П. Смелова (к ст. Г.А. Карпова).

In This Issue:

- 3 KARPOV G.A. Power Kamchatka Volcanism
- 14 KURT V.G. Cosmic Observatory for All and Everyone
- 26 GERASYUTIN S.A. New about Interplanet Stations and Scientific Satellites
- 41 SHATZKY A.A. Bridges between Various Parts of Universe

PEOPLE OF SCIENCE

- 47 Leo Isaakovich Krasny
- 54 Nicolay Vasil'evich Pushkov (to the 100th anniversary)

SIMPOSIA, CONFERENCES, CONGRESSES

- 59 MOHOV I.I., SIDORENKOV N.S., ANANICHEVA M.D. Word Congress of Geophysicists in Sapporo

OBSERVATORIES, INSTITUTES

- 64 ADUSHKIN V.V., KALMYKOV A.A. Institute of Dynamics of Geospheres under Russian Academy of Science

HYPOTHESES, DISCUSSIONS, SUGGESTIONS

- 74 KRICHEVSKY S.V. Ecologic History of Orbital Complex "MIR"

SETI PROBLEMS

- 80 FESENKO B.I. Do We Need to Search Them?

AMATEUR ASTRONOMY

- 83 Celestial Calendar: March – April 2004

AMATEUR TELESCOPEBUILDING

- 88 RUTKOVSKAYA M.Ya. Telescope Mirror Made of Rotating Liquid

CHRONICLE OF EARTH'S SEISMOLOGY

- 90 STAROVOIT O.E., CHEPKUNAS L.S., GABSATAROVA I.P. More Than One Thousand Earthquakes (March – April 2003)

BOOKS ABOUT EARTH AND SKY

- 95 LEVITAN E.P. Notes About Literature on Astronomy for Kids and Teenagers

102 LETTERS OF THE EDITORIAL OFFICE

- 106 Index of Articles and News on Planets and Their Satellites Published in "Earth and Universe" in 1965–2003

Редакционная коллегия

Главный редактор член-корреспондент РАН В.К. АБАЛАКИН
 Зам. главного редактора академик В.М. КОТЛЯКОВ
 Зам. главного редактора доктор педагогических наук Е.П. ЛЕВИТАН
 доктор физ.-мат. наук А.А. ГУРШТЕЙН,
 доктор физ.-мат. наук Л.В. ЗЕЛЕНЬКИЙ,
 доктор филос. наук В.В. КАЗЮТИНСКИЙ,
 доктор физ.-мат. наук Л.И. МАТВЕЕНКО,
 член-корр. РАН И.И. МОХОВ, член-корр. РАН А.В. НИКОЛАЕВ,
 член-корр. РАН И.Д. НОВИКОВ, доктор техн. наук Г.А. ПОЛТАВЕЦ,
 доктор геол.-мин. наук Г.И. РЕЙСНЕР,
 доктор физ.-мат. наук Ю.А. РЯБОВ,
 доктор физ.-мат. наук Ю.А. СУРКОВ,
 доктор техн. наук Г.М. ТАМКОВИЧ,
 академик АН Молдовы А.Д. УРСУЛ, член-корр. РАН А.М. ЧЕРЕПАЩУК,
 доктор физ.-мат. наук В.В. ШЕВЧЕНКО

Мощь камчатского вулканизма

Г. А. КАРПОВ,
доктор геолого-минералогических наук
Институт вулканологии ДВО РАН
(г. Петропавловск-Камчатский)

Ты прав был, мудрый Гераклит, –
Огонь всему первоначало.

Е.К. Мархинин



На крупнейшем российском полуострове Камчатка находится одна из особенно активных вулканических областей Земли. Более тысячи вулканических построек прослеживается на расстоянии 700 км, 30 вулканов из них активно действуют.

лицом к лицу
с глубинным действием

Вулканологи-профессионалы считают, что нет зрелища более величественного, впечатляющего и

загораживающего, чем извержение вулкана. Невроятная мощь, феерия постоянно меняющихся форм извергающегося вещества и аксессуары демонического действия глубинных сил:

яркие всполохи огня, фейерверк искр, пенящаяся ярко-красная лава, черная копоть и удушливые газы – вот лишь самая общая картина извержения вулкана, вызывающая у любого



Вулкан Безымянный на Камчатке, по имени которого назван особый тип извержений. Фото Н.П. Смелова.

человека двойственное чувство восторга и мистического ужаса перед силами Природы. Добавьте к этому грохот взрывов силой в тысячу тонн, крещендо пепловых выбросов, свистящие и подобные вырывающимся из реактивных двигателей звуки продувки парогазовой смеси...

Чтобы прочувствовать это таинство Природы, необходимо встретиться с вулканом, что называется, "лицом к лицу". А чтобы еще и добыть новые сведения об извержении — изучить его механизм, закономерности деятельности, свойства и состав изверженного материала — нужно быть к нему как можно ближе. Вот почему вулканологи стремятся спуститься, например, к лавовым реке или озеру, выходу вулканических газов. Профессиональные задачи вулканологов: измерить температуру расплава, отобрать пробу первородного глубинного газа, взять кусок жидкого "ювенильного" (впервые появившегося на поверхности Земли) вещества, кото-

рое пришло с глубины в десятки километров. Современная наука **вулканология** решает и вопросы **глобального характера**, связанные с **происхождением земной коры, гидросферы и атмосферы**, да и самой жизни на Земле.

ВУЛКАНИЗМ — ГЛОБАЛЬНОЕ ЯВЛЕНИЕ

Извержения вулканов происходили на Земле во все геологические эпохи, и в далеком прошлом вулканическая деятельность была намного масштабнее. Земная кора буквально наспигована изверженными породами. С ними связаны многие месторождения полезных ископаемых. Поэтому изучение современных "живых" вулканов позволяет получить ответы на многие вопросы теории и практики геологии.

Слово "вулкан" происходит от названия острова в Тирренском море, неподалеку от Апеннинского полуострова. Населявшие те места народы считали огнендышащую гору жилищем

бога огня и кузнечного дела Вулкана (в древнегреческой мифологии — Гефест).

Следует отметить, что и в настоящее время масштабы вулканической деятельности на Земле очень значительны. По подсчетам российского вулканолога В.И. Влодавца, в XX в. на нашей планете произошло более 1500 извержений 320 вулканов. Особенно часты извержения вулканов в зоне Тихоокеанского огненного кольца: на Камчатке, Аляске, Курилах, в Японии, на Филиппинах, на Гавайских островах, в Индонезии. Хорошо известны извержения вулканов в Средиземноморье, Восточной и Центральной Африке, Исландии. Даже в Антарктиде есть действующий вулкан — Эребус, высотой 4000 м.

Деятельность вулканов представляет собой немалую опасность для всего живого. Поэтому одна из практических задач вулканологии — **поиск признаков**, позволяющих предсказывать время **начала извержения** и возникновения волн цунами (вызываемых подводными извержениями), возможную энергию и длительность действия того или иного вулкана. Хотя вулканы очень своеобразны и каждый из них неповторим, вулканологи выделили несколько характерных типов извержений

и называли их по именам вулканов, где эти особенности проявляются наиболее ярко — стромболианский, пелейский, катмайский, этно-везувианский (плинианский), Мерапи, Кракатау. С 1956 г. в научный оборот вошел **Безыманный тип извержений**, выражающийся мощным направленным взрывом с разрушением вулканической постройки и образованием мощных пирокластических (состоящих из обломков лавы, вулканических бомб, песка, шлаков, пепла, пемзы) потоков (по названию вулкана Безыманный на Камчатке). Г.С. Горшков и Г.Е. Богоявленская подробно описали его в своей монографии, вышедшей в 1965 г.

ИЗ ИСТОРИИ КАМЧАТСКОГО ВУЛКАНИЗМА

Полуостров Камчатка и расположенные южнее Курильские острова образуют единую **Курило-Камчатскую островную вулканическую дугу**, которая с запада обрамляет одноименный глубоководный желоб.

Камчатка — классическая область древнего и современного вулканизма. По данным Н.Н. Кожемяки, здесь, в основном в наземных условиях, интенсивно проявились 4 самостоятельных цикла вулканизма — миоценовый (5.1–24.6 млн. лет назад), нижнеплиоценовый (3–5.1 млн. лет назад), верхнеплиоценовый (1.8–2.5 млн. лет назад) и четвертичный (1.8 млн. лет назад — по сей день). Со-

временная вулканическая деятельность на Камчатке — исключительно интенсивна. **Из 850 известных на Земле в настоящее время действующих вулканов 30 находятся на Камчатке и 37 — на Курильских островах.** Цепь самых активных и мощных действующих вулканов Курило-Камчатского региона Тихоокеанского огненного кольца прослеживается на Камчатке в субмеридиональном направлении на расстояние 700 км. Здесь существуют многие тысячи вулканических построек, бывших активными в четвертичное время.

На Камчатке выделяются два вулканических пояса — Срединный хребет (миоцен-четвертичного возраста) и Восточный хребет (четвертичного возраста). **В Срединном хребте** выявлено **120 четвертичных полигенных вулканов** и свыше 1000 мелких моногенных вулканических построек с преимущественно базальтовым и андезитовым составом изверженного материала. В настоящее время здесь сохранился лишь один действующий вулкан — **Ичинский**, на склонах которого замечена лишь слабая фумарольная деятельность.

На восточном побережье Камчатки, вдоль простирания Восточного хребта, — **29 действующих вулканов.** Именно с них началось исследование вулканической области.

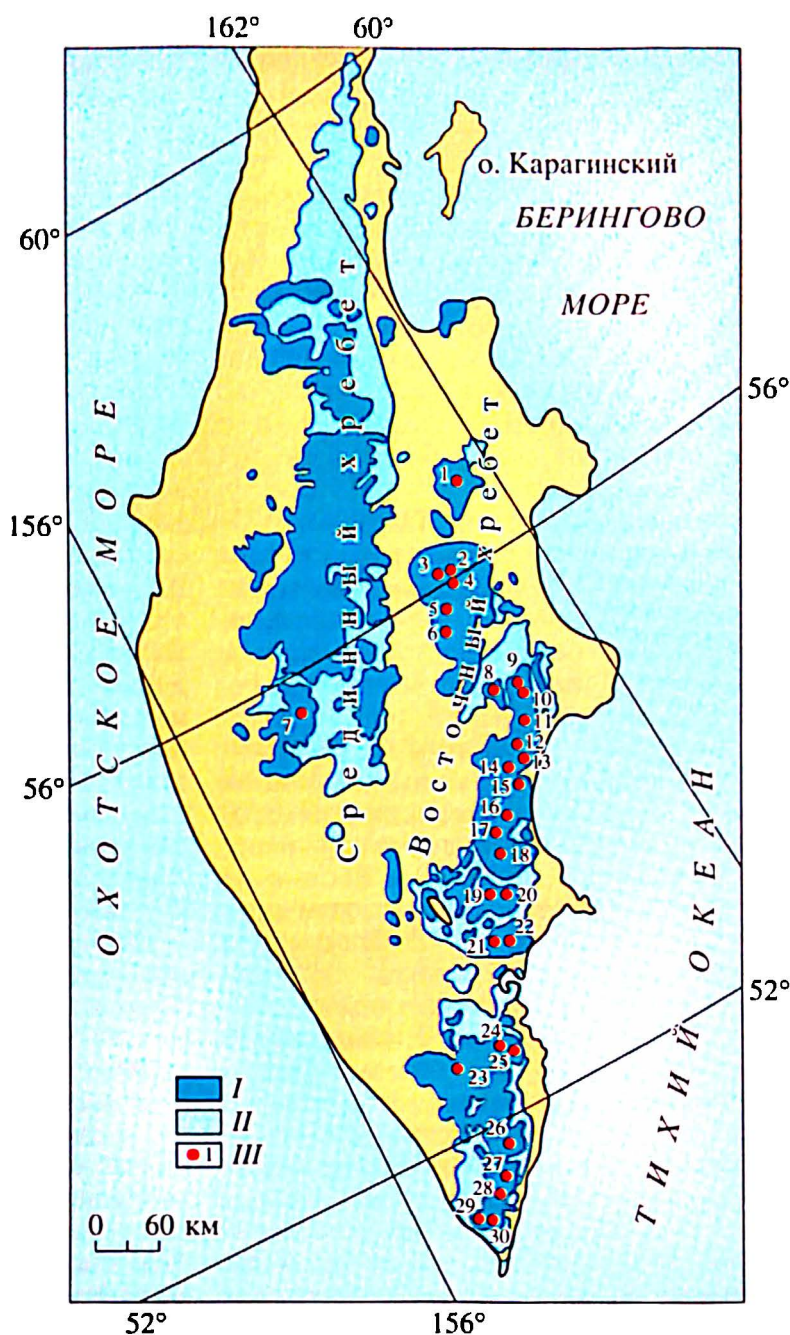
Исследование камчатских вулканов, "горелых

сопок", как называли вулканы Камчатки казаки-первопроходцы, впервые увидевшие их в конце XVII в., началось в первой половине XVIII в.; оно связано с эпохой Великой Сибирско-Камчатской экспедиции, задуманной Петром I и состоявшейся уже после его смерти под руководством капитана-командора Витуса Беринга.

Крупнейшие вулканы Камчатки — Шивелуч, Ключевской и Авачинский — были нанесены на карту Камчатки, составленную в 1725–1730 гг. Участник Второй Камчатской экспедиции **С.П. Крашенинников** во многом уточнил карту полуострова и поместил обстоятельные описания нескольких вулканов в своем классическом труде "Описание Земли Камчатской" (1751).

Первую карту вулканов Камчатки на основе фототеодолитной съемки 1908–1910 гг. издал в 1926 г. участник Камчатской экспедиции Русского географического общества **Н.Г. Келль**. В Институте вулканологии Дальнего Восточного отделения РАН сохранилось примерно 30% коллекции фотопластинок экспедиции. Эти материалы уникальны, так как объективно отражают состояние и строение большинства активных вулканов Камчатки начала XX в.

В 1932 г. был опубликован **Каталог вулканов Камчатки**, в котором его автор П.Т. Новограбленов описал 19 вулканов. В 1957 г. известные российские вулканологи **В.И. Вло-**



Расположение на Камчатке вулканических образований. I – дочетвертичные; II – четвертичные; III – современные действующие вулканы. Действующие вулканы Камчатки: 1 – Шивелуч; 2 – Ключевской; 3 – Ушковский; 4 – Безымянный; 5 – Плоский Толбачик; 6 – Большое трещинное Толбачинское извержение (БТТИ); 7 – Ичинский; 8 – Кизимен; 9 – Гамчен; 10 – Комарова; 11 – Кроноцкий; 12 – Крашенинникова; 13 – Кихпинич; 14 – Узон; 15 – Большой Семячик; 16 – Малый Семячик; 17 – Карымский; 18 – Академии Наук; 19 – Дзензур; 20 – Жупановский; 21 – Корякский; 22 – Авачинский; 23 – Опаля; 24 – Горелый; 25 – Мутновский; 26 – Ксудач; 27 – Желтовский; 28 – Ильинский; 29 – Кошелевский; 30 – Камбальский.

давец и Б.И. Пийп издали "Каталог действующих вулканов СССР", содержащий сведения о 28 камчатских вулканах.

"Атлас вулканов СССР" под редакцией А.Е. Святловского (1959), прекрасное для тех лет иллюстрированное аэрофотоснимками, объединил всю имев-

шуюся информацию о более 60 действующих и считающихся потухшими вулканах Камчатки. В нем кратко охарактеризована морфология, приведены даты зафиксированных извержений и состав их продуктов.

И, наконец, в 1991 г. опубликован **двухтомник "Действующие вулканы Камчатки"** под редакцией **С.А. Федотова и Ю.П. Масуренкова**, в котором дано систематическое описание всех 29 считавшихся в то время действующими, вулканов Камчатки.

Тридцатым стал **"оживший" в 1996 г. вулкан Академии Наук**, в кальдере которого, залитой озером Карымское, в тот год произошло мощное фреатогазово-магматическое извержение и появился новый кратер – Токарева.

ВУЛКАНЫ-ГИГАНТЫ

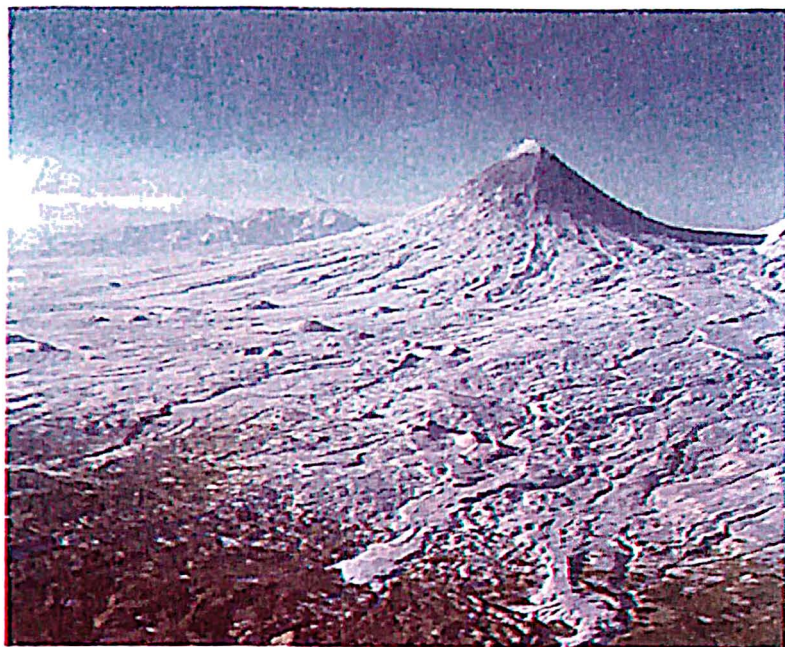
В настоящее время вулканы Камчатки извергаются чаще и продуктивнее, чем, например, вулканы Курильских островов или Японии. По подсчетам И.И. Гущенко, все вулканы Курило-Камчатской дуги в **XX в. ежегодно извергали, в среднем, порядка 120×10^6 т ювенильного материала**. Отдельные вулканы-гиганты Камчатки производят почти такое же количество изверженного вещества. Так, продуктивность Шивелуча оценивается от 35×10^6 до 68×10^6 т/год, а Ключевского – в 60×10^6 т/год.

Шивелуч – самый северный действующий вулкан полуострова, возник-

ший 60–70 тыс. лет назад. Площадь его основания – 1650 км^2 , высота – 3283 м (до извержения 1964 г. – 3335 м). Объем вулканической постройки – около 1000 км^3 . Активный кратер находится в юго-западной ее части на высоте 2700 м. По морфологии постройка относится к типу Сомма – Везувий. Гигантское тело вулкана, издали похожее на усеченную пирамиду, мощно доминирует над низменным залесенным левобережьем р. Камчатки вблизи города Ключи. Огромные пространства, особенно у южного основания вулкана, покрыты рыхлыми отложениями катастрофического **взрывного** (типа Кракатау) **извержения 12 ноября 1964 г.** Тогда на поверхность было выброшено 1.5 км^3 ювенильного и захваченного из более древних отложений материала андезитового состава. На вершине вулкана образовался новый кратер размером $3 \times 1.5 \text{ км}$. С августа 1980 г. в этом кратере стал расти экструзивный (выжимающийся) купол, который в конце 1981 г. достиг высоты 180 м. Затем его рост прекратился, и до середины 1992 г. на вулкане отмечалась лишь слабая фумарольная (газовая) деятельность. Периодически отмечались фреатические (газопаровые) выбросы из северной части экструзивного купола, количество которых увеличилось к концу 1992 г. Геохимические данные показали изменение газового состава фумарол: значительно

увеличилось содержание водорода и окиси углерода, повысилось содержание серы по отношению к хлору и углероду. На этой основе сотрудники Института вулканологии ДВО РАН И.А. Меняйлов и Л.П. Никитина осенью 1992 г. дали прогноз о предстоящем извержении. В начале 1993 г. оно действительно произошло. **Геохимический прогноз извержения** подтвердился, и этот метод теперь включен в систему оперативного слежения за состоянием вулканов.

В конце апреля 2001 г. в районе вулкана Шивелуч начали фиксировать сильные землетрясения. По расчетам руководителя временного творческого коллектива "Прогноз и механизм вулканических извержений" Института вулканологии В.В. Иванова, в первые недели мая ожидали новое сильное взрывное извержение вулкана. В ночь на 12 мая в кратере вулкана произошло выжимание экструзивного купола, который за неделю вырос на 120 м. Сильные взрывы прогремели 19 и 22 мая. Взрывное облако поднялось до 9 км и, по-видимому, вышло за пределы тропосферы. Взрыв уничтожил купол. Затем в течение двух дней продолжались слабые взрывы. Над вулканом повисла тонкая взвесь пепла. По трем сухим до извержения речкам пронеслись мощные водногрязе-каменные потоки. На расстоянии 28 км от вулкана, в лесу, их высота достигала 3 м. Сели разру-



Вулкан Ключевской. Самый высокий из действующих вулканов Евразии (4822 м). Фото Н.П. Сметлова.

шили дороги, повредили лесозаготовительные участки, но благодаря своевременному предупреждению камчатских ученых-вулканологов жертв удалось избежать.

Вулкан Ключевской (Ключевская сопка) — самый высокий из действующих вулканов Евразии. Его возраст около 7 тыс. лет. Гигантский правильный конус, на склонах которого насчитывается 87 побочных кратеров, расположен на правом берегу р. Камчатки, в 35 км к югу от г. Ключи. Абсолютная высота вулкана в 1994 г. составила 4822 м, но при извержении 1995 г. часть конуса была разрушена и вершинный кратер быстро достиг диаметра около 700 м.

Для Ключевского характерны частые пробуждения, сопровождаемые выбросами пепла, истечением больших объемов жидкой лавы, мощным гулом. Огромные массы пепла,

как правило, уносятся в сторону океана. С 1697 г. по настоящее время зафиксировано 59 извержений, из них 7 очень сильных (пароксизмальных), с разрушением части вершинного кратера и постройки. Подробно описано 19 сильных извержений, произошедших с 1737 г. по 1994 г. По данным академика Б.И. Пийпа (основателя Института вулканологии), периодичность сильных извержений этого вулкана составляет 26 лет. Характерно, что побочные извержения происходят здесь чаще. Так, с 1932 г. по 1987 г. их зафиксировано 14. Особенно эффектны пароксизмальные извержения, они сопровождаются взрывами, излиянием лавы и выбросом вулканических бомб на высоту от 50 до 1000 м. Расход пепла при вершинных извержениях — от 1 до 150 м³/с, газопепловые тучи поднимаются на высоту 12–15 км. Лавовые потоки с расходом

4–25 м³/с и температурой до 1090°C часто врезаются в ледники, что вызывает мощные взрывы с образованием парогазовых облаков. При этом всегда возникают грязевые потоки, с большой скоростью спускающиеся в долину р. Камчатки, снося все на своем пути.

Вулкан Безымянный находится в 10 км к юго-западу от Ключевского. Он получил мировую известность после катастрофического извержения 1956 г. Возраст вулканической постройки — около 11 тыс. лет, но сам стратовулкан Безымянный начал интенсивно расти лишь примерно 5 тыс. лет назад. Вулканологи отмечают три периода наибольшей активизации вулкана: 2400–1700 лет назад, 1350–1000 лет назад и с 1955 г. по настоящее время.

До извержения 1956 г. вулкан имел высоту 3100 м, плохо выраженный кратер диаметром около 500 м и считался потухшим.

Период покоя длился около 1000 лет. 22 октября 1955 г. началось извержение интенсивным выбросом пепла. 30 марта произошел огромный силы направленный взрыв, кинетическая энергия которого оценивается в 1.2×10^{12} Дж. Каменный материал взлетал со ско-

Второй конус Северного прорыва Большого трещинного Толбачинского извержения, длившегося в 1975–76 гг. 15 месяцев. На фумаролах открыты 24 новых минерала. Фото Н.П. Смелова.



ростью 300–500 м/с. Было срезано более 200 м вершинной части вулкана, где образовался кратер размером 1.3×2.7 км и глубиной 700 м. Выброшенный взрывом песчано-агломератовый материал с большим количеством бомб отложился у основания вулкана на площади 60 км² покровом мощностью до 15 м. Распространившаяся еще дальше раскаленная песчаная фракция взрывного выброса уничтожила древесно-растительный покров на большой площади. Облако пепла поднялось на высоту 35–40 км и держалось над кратером около 4 ч. По долинам рек восточного подножья вулкана с огромной скоростью пронеслись потоки нагретого до 300–400°C песчано-алевритового материала, отложившегося слоем до 25–30 см на расстоянии 10–18 км от вулкана. После взрыва в кратере стал расти **андезитовый лавовый купол**, который уже через 4 месяца достиг 320 м, а диаметр основания составил 600–650 м.

В 1985 г. снова произошел небольшой направленный взрыв. А затем периодически (1995, 1996, 1997, 2001 гг.) происходили небольшие газопепловые извержения. Постоянные **фумаролы** на куполе имеют температуру до 500°C.

Новые Толбачинские вулканы образовались в результате **Большого трещинного извержения 1975–76 гг.** На ровном месте к юго-западу от вулкана Плоский Толбачик во время извержения возникли три конуса Северного прорыва и в 28 км еще один конус – Южный прорыв. Это – Толбачинская региональная зона шлаковых конусов. Здесь на площади 875 км² сосредоточено огромное количество мелких и крупных шлаковых конусов, трассирующих трещинные зоны в земной коре, по которым в последние 10 тыс. лет время от времени выбрасывался шлак с пеплом и выплескивалась очень жидкая лава. По механизму извержения эта зона подобна знаменитым рифтам Гавайских островов и является уникальной для Камчатки.

Большое трещинное Толбачинское извержение 1975–76 гг. – крупнейшее извержение жидкой лавы базальтового (основного) состава в Курило-Камчатском вулканическом поясе, одно из шести

наиболее мощных трещинных извержений, происшедших на Земле в историческое время. Место и время его извержения точно предсказали сейсмологи Института вулканологии ДВО РАН. Извержение началось 6 июля 1975 г. образованием трещины длиной 250–300 м, из которой вырвалась огненная лава. Возникли фонтаны и реки лавы, пепловые колонны высотой до 20 км, в которых сверкали молнии. Было извергнуто около 2 км³ магматического материала. Огромные площади оказались под слоем шлака и пепла. Выросли три шлаковых конуса высотой от 108 до 299 м на Северном прорыве и один конус высотой 165 м – на Южном. Извержение длилось 15 месяцев. На площади около 400 км² практически полностью уничтожены лес и всякая растительность.

Даже 27 лет спустя, в 2002 г., на Северном прорыве были обнаружены фумаролы с температурой до 450°C. Вокруг них скапливаются кристаллизующиеся минералы. Сотруд-



Термальные поля и выходы газодных кипящих источников в кальдере вулкана Узон. Уникальный для Земли район разнообразных проявлений вулканизма различного состава. Мощная гидротермальная система как бы подвешена над магматическим очагом. Фото Н.П. Смелова.

ники Института вулканологии ДВО РАН открыли среди них **24 новых минерала** меди, цинка, свинца и других металлов, а также много самородных металлов, вплоть до золота, и ряд интерметаллических соединений.

Кальдера вулкана **Узон** – западная часть вытянутой в субширотном направлении Узон-Гейзерной вулcano-тектонической депрессии – располагается практически в центре Восточного вулканического пояса Камчатки. Слегка овальная чаша кальдеры, размером 9 × 12 км, с запада обрамляется крутыми уступами разрушенной прижерловой зоны вулкана Узон (абсолютная высота – 1617 м). Кальдера Узон образовалась 40 тыс. лет назад после серии грандиозных взрывных извержений и обрушения свода существовавшего на

этом месте стратовулкана. В северо-восточном секторе кальдеры 6–7 тыс. лет назад образовалась воронка от вулканического взрыва (**маар**), заполненная водой озера. Практически в то же время в восточном секторе кальдеры из недр на поверхность прорвалось крупное магматическое тело (**экструзия**), сформировавшее гору Белую. В юго-западной части этой горы под длительным воздействием фумарол породы изменились и превратились в глины и сыпучие опаловые (преимущественно кремнистые) массы. В северном секторе кальдеры почти в широтном направлении протягивается цепочка термальных полей с многочисленными выходами горячих и кипящих термальных источников и грязевых котлов. Это очаги разгрузки **одной из круп-**

нейших на планете современных гидротермальных систем.

Кальдера Узон – уникальный для Земли район комплексного проявления современных геологических, минерало-рудообразующих и микробиологических процессов. Мощная гидротермальная система локализована в толще пород непосредственно внутри кальдеры и **как бы подвешена над магматическим очагом**, который по зонам разломов питает ее веществом и энергией. **Нигде больше на Земле не наблюдаются одновременно и рядом в максимальной полноте разнообразные проявления вулканизма различного состава.** Здесь соседствуют лавы базальтов, риолитов, дацитов и пемз; продукты голоценового оледенения, сольфатарные поля с залежами самородной серы и массивы гидротермальных измененных пород всевозможных расцветок.

Узон – это район развития многочисленных **термальных озер** глубиной до 37 м, имеющих взрывной характер образования. Среди них – горячее озеро, в котором под слоем воды на глубине 28 м существует

Извержение вулкана Карымский 2 января 1996 г. после 14 лет молчания. Лавовый поток за год продвинулся на 1500 м. Вулкан активизировался в апреле 2003 г. и продолжает извергаться до сего времени. Фото Н.П. Смелова.

корка серы, а под ней – **резервуар расплавленной серы**. На термальных полях кальдеры – аномалии повышенных содержаний радона, водорода, метана. Здесь формируется месторождение **мышьяково-сурьмяно-ртутных сульфидных руд** и в непосредственной близости от него наблюдаются выходы нефти, обладающей рядом уникальных особенностей. В термальных источниках кальдеры находятся разнообразными, в том числе **экстремально термофильные, микроорганизмы**, также обладающие специфическими свойствами. Термофильные микроорганизмы – одна из наиболее перспективных в биотехнологическом отношении групп. И кальдера Узон может играть роль микробиогеохимического резервата для сохранения и естественного воспроизводства **микробных генетических ресурсов** для науки XXI в.

Вулкан **Карымский** располагается в 30 км к западу от побережья Тихого океана. Его правильный изящный конус высотой 1536 м на 600 м возвышается над дном обширной котловины-кальдеры, образовавшейся 7.7 тыс. лет назад в результате мощного пемзового извержения



более древнего вулкана. Затем почти 2000 лет здесь не было извержений. Около 6 тыс. лет назад вулканическая деятельность возобновилась, и стал формироваться современный конус вулкана. Наиболее крупные извержения произошли 5 тыс., 4.2 тыс. и 2.8 тыс. лет назад. Около 500 лет назад, после почти 2.3 тыс. лет покоя, вулкан активизировался. За последние 220 лет он извергался более 20 раз, и во время каждого извержения на поверхность выносилось до 60 млн. т магматического материала.

У юго-восточного подножья вулкана на поверхность изливаются **горячие минеральные источники с температурой от 18 до 43°C**. В их газовой фазе отмечено небольшое содержание радона.

2 января 1996 г. молчавший на протяжении 14 лет Карымский вулкан снова начал действовать. В пер-

вые дни извержения из вершинного кратера в пульсирующем, взрывном режиме на высоту до 1–1.5 км выбрасывался пеплово-газовый материал (3 т/с). Его шлейф прослеживался на 40 км. Через 12 дней из кратера на юго-западном склоне конуса излился **лавовый поток андезитового состава**. За год он продвинулся на 1500 м при ширине от 50 до 200 м и мощности в нижней части до 25 м. К июню 2003 г. наблюдалось шесть лавовых потоков различной длины и мощности. Эффузивно-эксплозивная деятельность вулкана временами ослабевала, вплоть до полного затишья (в 2001 г. и в начале 2003 г.). В конце апреля 2003 г. вулкан снова активизировался и интенсивно извергался еще в июле 2003 г.

В 6 км южнее Карымского вулкана располагается вулкан **Академии Наук**, название которому дал в 1939 г. выдающийся



вулканолог В.И. Влодавцев. Деятельность этого вулкана началась около 50 тыс. лет назад. Его конус разрушался огромными взрывами, вдоль трещин выжимались купола вязкой **дацитов** лавы. В последние тысячелетия кальдеру в северной части вулкана заняло круглое **Карымское озеро** (около 4 км в поперечнике), поверхность которого на 624 м выше уровня океана. Вулкан долго молчал. Его считали угасшим, и лишь рои слабых землетрясений отмечались в окрестностях.

Прогноз вулканического извержения оправдался утром 2 января 1996 г. (Земля и Вселенная, 1996, № 5). Практически накануне извержения, в новогодний вечер 31 декабря 1995 г., рой землетрясений необычайно усилился. Однако кроме вулкана Карымского тогда же нача-

лось подводное извержение вулкана Академии Наук в Карымском озере. Явление такого рода впервые наблюдалось на Камчатке. Под дном озера за один день произошло более 100 мощных подводных взрывов. Тучи пара с пеплом поднимались на высоту более 8 км. Энергия извержения соответствовала заряду в 150 тыс. т тротила (атомная бомба мощностью примерно 150 Кт в тротиловом эквиваленте). Высокие **волны-цунами** били в крутые берега озера, вызывая оползни, смывая растительность. Взрывы стихли 3 января. В озере образовались воронка диаметром 600 м, полуостров с периметром 2,4 км, новые горячие источники; опустошенные берега усеяла россыпь вулканических бомб. Таким образом, на Камчатке появился еще один действующий вулкан.

Авачинская бухта и сопка-вулкан, вблизи которого располагается г. Петропавловск-Камчатский.

Абсолютная высота **Авачинского** вулкана, находящегося в 30 км к северу от г. Петропавловска-Камчатского, — 2751 м. Прежде вулкан, по-видимому, был гораздо выше. На абсолютных высотах 1700–2300 м располагается сомма — гребнеобразная часть постройки вулкана, оставшаяся после разрушительного извержения, имевшего место 11 тыс. лет назад. Мощнейший взрыв тогда разрушил часть постройки. Обезглавленный вулкан затем снова начал расти. До 1991 г. на вершине вулкана был кратер диаметром около 350 м и глубиной 220 м. В период короткого извержения в январе 1991 г. кратер пол-

ностью залила лава андезито-базальтового состава.

У Авачинского вулкана длительная история развития. Вулканологи выделяют в ней, по крайней мере, три этапа. Первый начался не менее чем 50 тыс. лет назад, когда вулкан только зародился. Второй этап характеризуется серией мощных направленных взрывных извержений, снесших часть постройки. Около 10 тыс. лет назад завершился этап формирования нового конуса, затем порядка 3 тыс. лет длилась фаза покоя. Примерно 7 тыс. лет назад вулкан снова активизировался: изливалась лава из вершинного кратера и происходили сильные взрывные извержения, после которых настал тысячелетний период покоя. А 3.5–3.0 тыс. лет назад установились 100-летние циклы чередования покоя и активности, сменившиеся в последние 3 тыс. лет – 200-летними. После извержения 1991 г. кратерная

зона вулкана представляет собой своеобразную лавовую пробку, на плоской вершине которой по радиальным трещинам выходят фумаролы с температурой до 300°C.

Ученые Института вулканологии ДВО РАН считают, что **длительность магматической деятельности** различных вулканических сооружений не одинакова: для отдельных шлаковых конусов – от нескольких дней до 1–1.5 лет; для щитовых вулканов и конусовидных стратовулканов – от нескольких тысяч до десятков тысяч лет (редко 100–200 тыс. лет); для групп вулканов, объединенных вокруг мощного центра эндогенной активности, или, как их принято сейчас называть, **“долгоживущего вулканического центра”** – от 0.4 до 2 млн. лет.

Для действующих камчатских вулканов характерны **пять серий изверженных пород**: базаль-

ты, базальт-андезитобазальты, базальт-андезиты, базальт-дациты и базальт-риолиты. **На породы базальтового и андезито-базальтового состава приходится 70–72% всей массы** изверженных продуктов, на долю андезитов падает 19% и дацит-риодацитов – 9–11%. Аналогичная картина наблюдается и для вулканов Курильской островной дуги. Решающую роль в выносе вещества и энергии в островных дугах играют глубинные породы базальтового и андезито-базальтового состава.

Интенсивность вулканической деятельности на Камчатке в конце XX – начале XXI в. заметно возросла. Здесь каждый год извергается не менее двух вулканов. Примерно то же отмечается и в других вулканических районах Земли. По-видимому, для всей нашей планеты характерно **возрастание вулканической активности**.

Информация

Скорость разрывов земной коры

В результате одного из сильнейших землетрясений последних лет, произошедшего 14 ноября 2001 г. в горах Куинлунь, на юго-западе Тибета, появился

разрыв поверхности земной коры длиной более 400 км, самый протяженный из когда-либо возникавших на суше.

Французские сейсмологи М. Бушон и М. Валье из Университета им. Жозефа Фурье и Геофизической лаборатории в Гренобле, используя данные китайской и монгольской сейсмических сетей, исследовали скорость распространения тектонического разрыва.

В первом от эпицентра 100-км отрезке она оказалась близка

к 2.4 км/с, а максимум в остальной части достигал почти 5 км/с. Эти величины заметно превышают скорости сдвиговых волн, измерявшихся прежде в земной коре.

Столь высокая скорость распространения разрыва представляет существенную опасность для районов, где возможны подобные явления, связанные с сильными землетрясениями.

Science, 2003, 301, 729

Космическая обсерватория для всех и каждого

В. Г. КУРТ,

доктор физико-математических наук, профессор
Астрокосмический центр Физического института РАН

Институт космических исследований, ФИАН и РКК "Энергия" им. С.П. Королева в 2003 г. предложили создать общедоступную космическую обсерваторию. Во главе инициативной группы астрономов стоят доктор технических наук Г.А. Аванесов, доктор физико-математических наук О.Л. Вайсберг и Л.В. Ксанфомалити, а также автор данной статьи. В ней приводится описание проекта российского космического телескопа на геостационарной орбите, предназначенного для широкого использования профессиональными астро-



номами и любителями. Обсерватория оснащена оптическим телескопом системы Риччи-Кретьена с главным зеркалом диаметром 60 см и фокусными расстояниями 6 и 30 м. Спектральный диапазон обсерватории – от ультрафиолета до ближнего инфракрасного излучения. Расчетная предельная чувствительность телескопа – 21^m за время экспозиции 10 мин. Ожидаемая точность стабилизации обсерватории составит около 0.2". Это первый в мире опыт разработки коммерческого орбитального телескопа.

ДОСТИЖЕНИЯ КОСМИЧЕСКОЙ АСТРОНОМИИ

Все профессиональные астрономы хорошо усвоили ту истину, что существенную часть современных сведений в астрономии получают с помощью

приборов, работающих в космосе. Я уже не говорю о планетных исследованиях, которые практически полностью выполняют межпланетные автоматические станции, пролетающие вблизи исследуемых планет и совершаю-

щие спуск в их атмосферах или на поверхность. Сегодня все планеты Солнечной системы, кроме Плутона, исследовались АМС. С близких расстояний наблюдалось несколько астероидов: Гаспра (Земля и Вселенная, 1992,

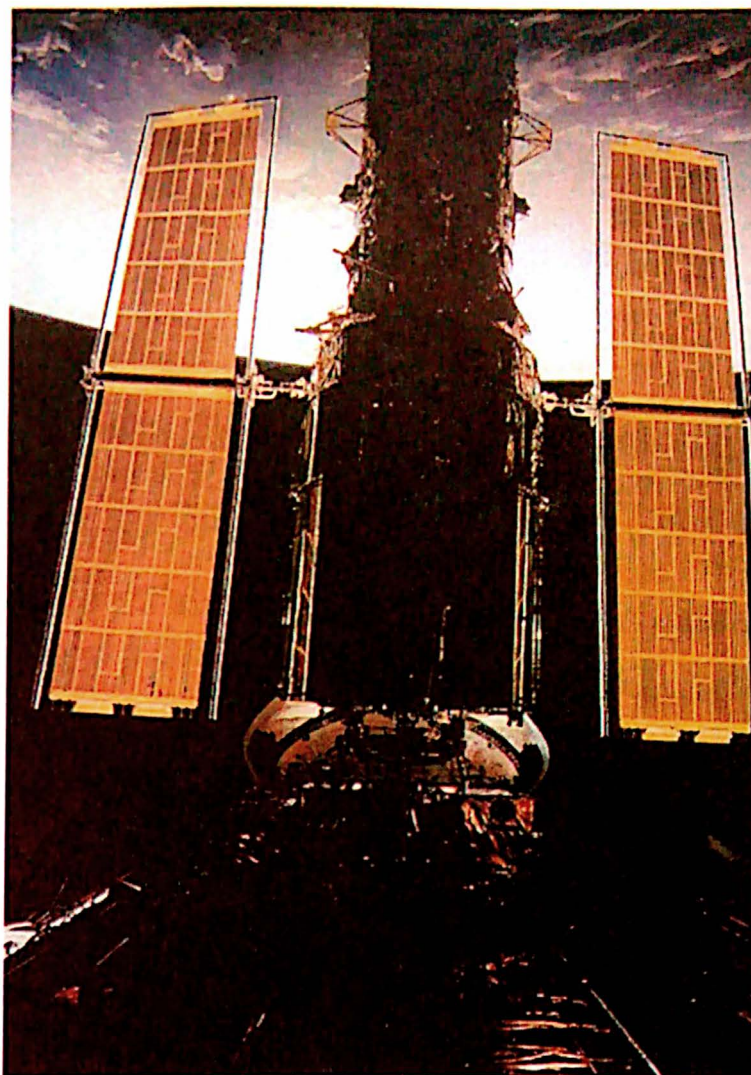
№ 5; 1995, № 5), Ида (Земля и Вселенная, 1994, № 6; 1995, № 4), Матильда (Земля и Вселенная, 1997, № 6). Брайль (Земля и Вселенная, 2002, № 1), Аннефранк (Земля и Вселенная, 2003, № 4) и Эрос (первый астероид, на поверхность которого осуществлена мягкая посадка космического аппарата; Земля и Вселенная, 2001, № 5), а также кометы Галлея (Земля и Вселенная, 1986, №№ 1, 5; 1987, № 2), Джакобини-Циннера (Земля и Вселенная, 1986, № 3) и Григга-Скеллерупа (Земля и Вселенная, 1993, № 4). Успехи отечественной космонавтики связаны, главным образом, с исследованиями Венеры и частично Марса. Существенный вклад в физику комет внесли отечественные наблюдения кометы Галлея (проект "Вега"; Земля и Вселенная, 1985, № 1; 1986, № 5). Американские аппараты исследовали Меркурий, Венеру, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун (Земля и Вселенная, 1999, № 6).

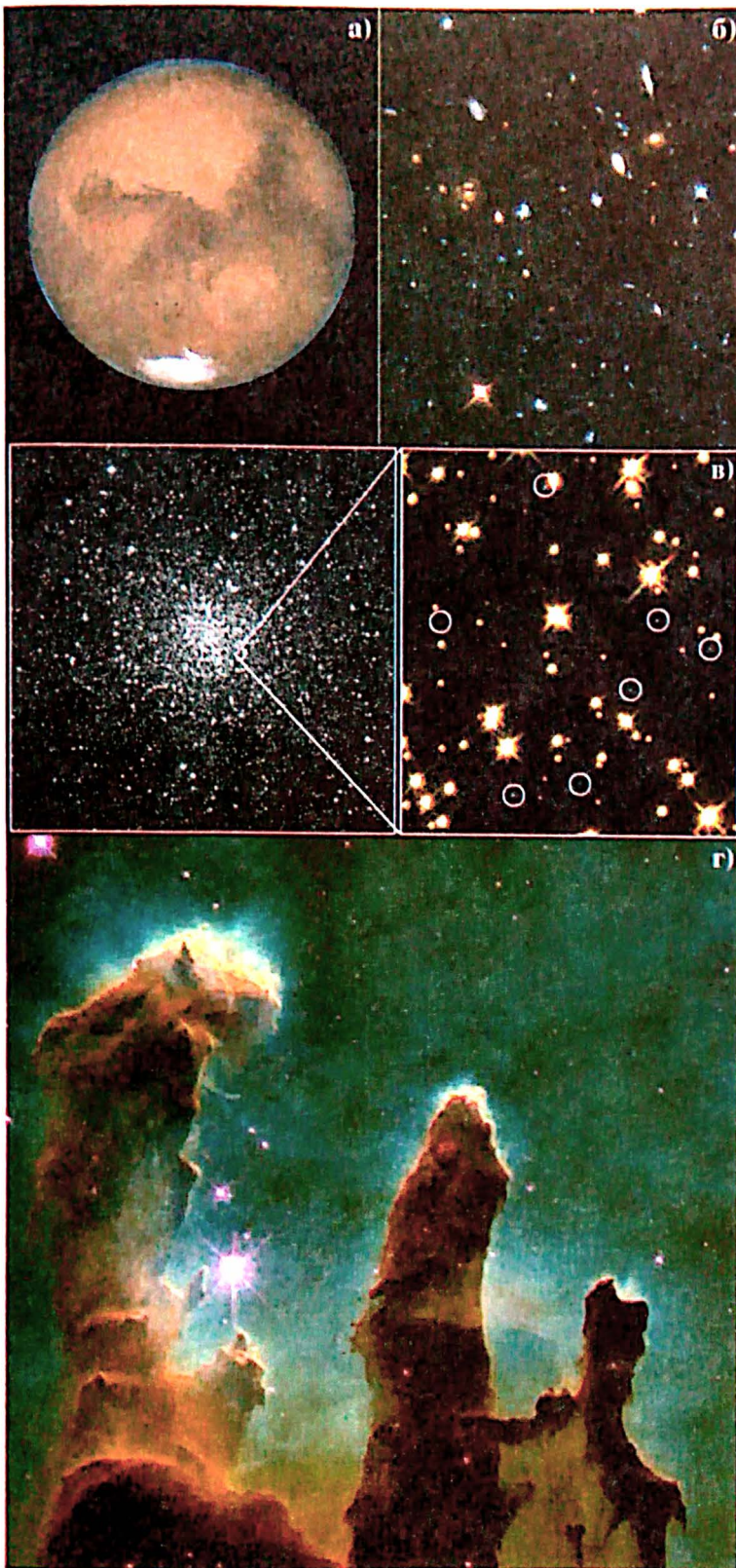
С развитием внеатмосферной астрономии стало возможным проводить наблюдения в ультрафиолетовом диапазоне (длина волны короче 300 нм), рентгеновском (от 10 нм и до 0.1 нм) и гамма-диапазоне (энергия фотонов

превышает 1 МэВ). Благодаря космическим исследованиям астрономия стала всеволновой, начала развиваться и космическая радиоастрономия. Успешно работая на околоземной орбите, японский научный спутник "VSOP" (запущен на орбиту в феврале 1997 г.) реализовал рекордное угловое разрешение с помощью наземно-космического интерферометра с базой Земля – космос, равной 26 тыс. км. На длине волны 18 см такое базовое расстояние позволяет иметь угловое разре-

шение 0.0005", то есть в тысячу раз выше разрешения лучших наземных оптических телескопов.

Первый космический оптический и ультрафиолетовый телескоп – **космическая обсерватория им. Э. Хаббла** (HST, или KTH) с главным зеркалом диаметром 2.4 м (Земля и Вселенная, 1987, № 4; 1992, № 1) – был запущен на орбиту 25 апреля 1990 г. Наконец-то астрономам удалось справиться с атмосферным дрожанием и достигнуть в оптике дифракционного углового разре-





Цветные фотографии, полученные КТХ: а) снимок Марса во время великого противостояния в августе 2003 г.; б) слабые голубые галактики фона с большими красными смещениями, видимые при предельно больших экспозициях; в) белые карлики в шаровом звездном скоплении М4; г) газопылевые туманности и молодые звезды в зоне звездообразования галактики М16. Фото NASA.

тать не могли о наблюдениях столь слабых звезд, галактик и квазаров. Естественно, это привело к большому числу замечательных работ, часть которых заслуженно может считаться открытиями.

Стоит напомнить читателям, что космические обсерватории с телескопами всех диапазонов очень дороги. Цена современных инфракрасных и рентгеновских телескопов нередко превышает 1 млрд. долларов. Например, стоимость КТХ с учетом выполненных четырех экспедиций посещения, запусков КК "Спейс Шаттл", нового бортового и наземного оборудования, а также двух специальных спутников-ретрансляторов "TDRS" для обеспечения связи и передачи информации в течение 24 ч превышает 5 млрд. долларов. Российский проект оценивается примерно в 20 млн. долларов.

Наблюдательное время на космических телескопах также достаточно дорого, поэтому астрономы, участвовавшие в создании аппаратуры, делят его пропорционально

шения порядка $0.01''$, а в ультрафиолетовой области спектра раза в три меньше. Такое угловое

разрешение увеличивает проникающую силу телескопа вплоть до $27\text{--}28^m$. Астрономы раньше и меч-

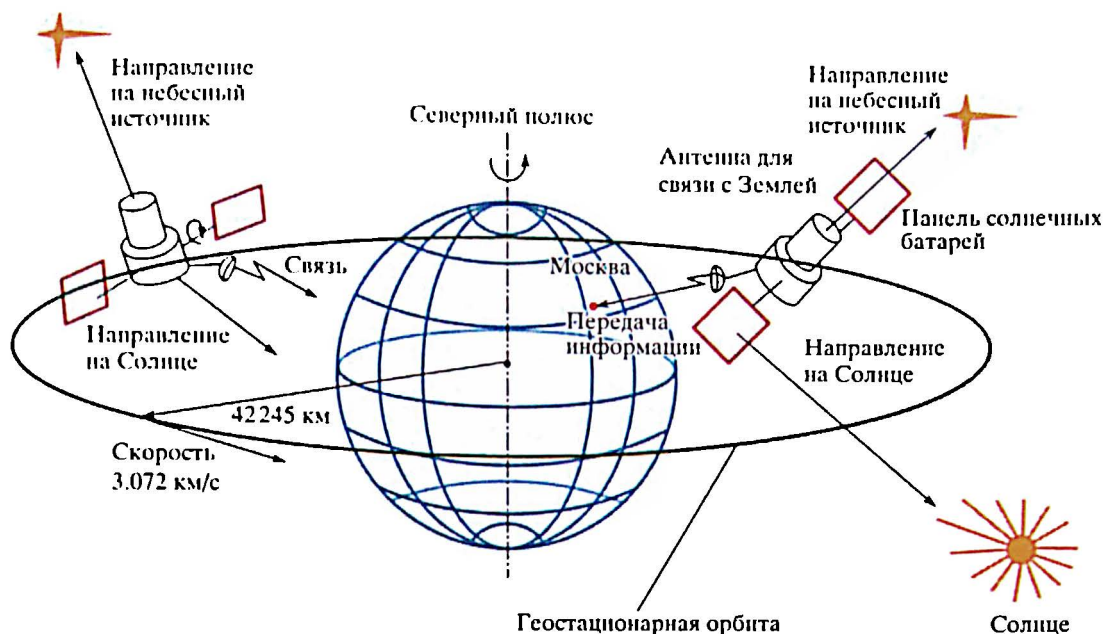


Схема работы космической обсерватории на геостационарной орбите и проведения наблюдений. Рисунок автора.

вкладу. Самые современные космические инструменты создаются благодаря международной кооперации, за исключением, пожалуй, японских. Уже много лет существует сложная и большая кооперация между Европой (Европейское космическое агентство, ESA) и США (NASA).

ПРОЕКТ КОСМИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

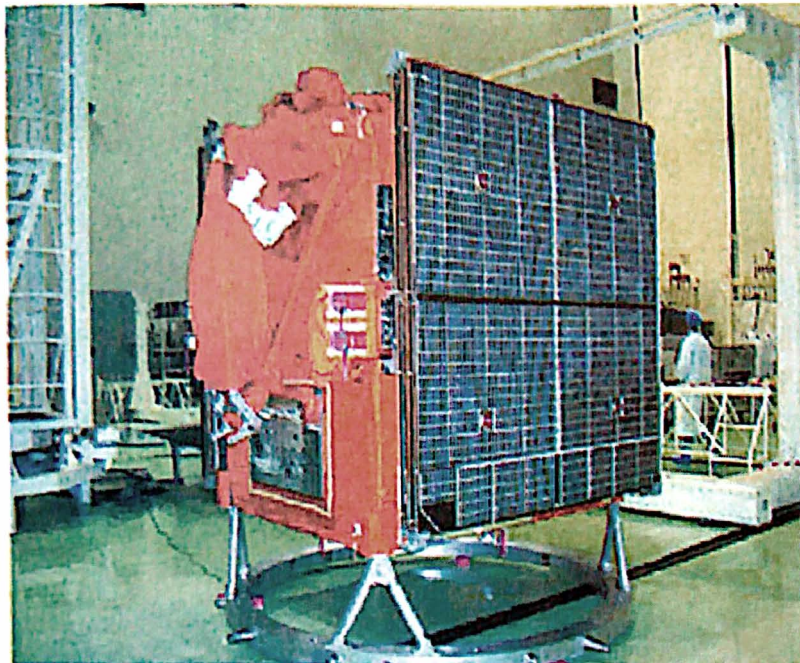
Многие астрономы, а тем более квалифицированные любители астрономии, хотели бы участвовать в программах работы космических обсерваторий, главным образом в оптических наблюдениях. Однако по приведенным выше причи-

нам это пока невозможно реализовать. Космические телескопы доступны сейчас лишь узкому кругу специалистов.

Чтобы сломать эту традицию, специалисты Института космических исследований РАН и Астрокосмического Центра Физического института им. П.Н. Лебедева РАН начали проработку общедоступного и сравнительно дешевого космического телескопа на геостационарной орбите высотой около 36 тыс. км. Орбита с периодом обращения спутника вокруг Земли 24 ч позволяет наблюдать спутник круглые сутки с одного полушария Земли. Спутник "зависает" над выбранной точкой экватора, поэтому приемные антенны не должны вращаться. Сегодня на данной орбите работают сотни спутников. С их помощью всемирная телевизионная и радиовещательная сеть дает возможность любому вла-

дельцу не очень дорогой антенны и малошумящего телевизионного приемника принимать спутниковое телевидение по десяткам и даже сотням каналов. Стоимость такого оборудования не превышает нескольких сотен долларов. Разместив на таком спутнике телескоп средних размеров, профессиональные астрономы и квалифицированные любители смогут принимать космические изображения.

В качестве базового специалисты выбрали спутник связи "Ямал", разработанный, изготовленный и успешно запущенный на орбиту Ракетно-космической корпорацией "Энергия" им. академика С.П. Королёва (г. Королев, Московская область). Это предприятие широко известно во всем мире благодаря полетам первого искусственного спутника Земли, первых АМС к Луне, Венере и Марсу, первого пилотируемого КК "Восток", всех космо-



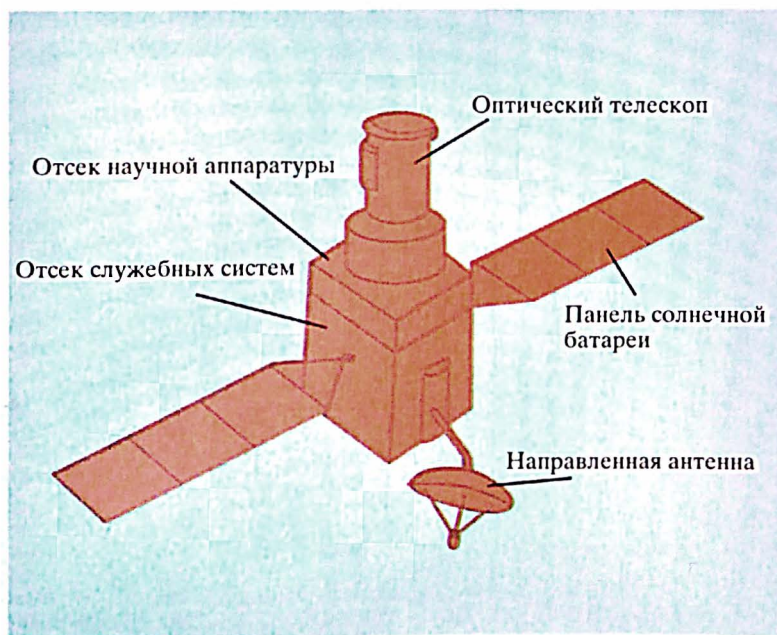
Спутник связи "Ямал" на стенде перед подготовкой к запуску. 1999 г. Фото РКК "Энергия".

навтов и международных экипажей, первого связного спутника для трансляции телевизионных программ "Молния". В РКК "Энергия" созданы многие ракеты-носители, в том числе "Энергия", орбитальная станция "Салют-1" и пилотируемый корабль многооразового использования "Буран" (Земля и Вселенная, 1989, № 2; 1999, № 2; 2001, № 3). Там же зарождались и наши программы исследования Луны, Марса и Венеры, переданные впоследствии в Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина (Земля и Вселенная, 1997, № 4).

КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ "ЯМАЛ"

Искусственный спутник Земли "Ямал" создан в 1999 г. по заказу предприятия "Газпром" для осуществления связи с наземными объектами этого консорциума (Земля и Вселенная, 2000, № 6). Он успешно работает свыше трех лет, обладает параметрами, необходимыми для размещения на его борту космического телескопа.

Спутник "Ямал" при массе 1400 кг, включая 400 кг научной аппаратуры, может выводиться на геостационарную круговую экваториальную орбиту сравнительно дешевым носителем – ракетой "Союз-ФГ" с дополнительным разгонным блоком "Фрегат", разработанным в НПО им. С.А. Лавочкина. Данный способ выведения значительно дешевле, чем при использова-



Размещение на спутнике "Ямал" основных элементов и научной аппаратуры. Рисунок автора.

нии дорогого носителя тяжелого класса "Протон".

Каковы требования, предъявляемые к спутнику для астрономических целей? Прежде всего, конечно, проблема наведения спутника и телескопа на заданную точку неба. Эту задачу решают звездные датчики, которые определяют по звездам точку наведения и управляют двигателями системы ориентации спутника. Двигатели вращают спутник до момента, когда центр поля зрения будет наведен на нужную точку неба. В качестве двигателей на спутнике "Ямал" установлены гироины. Эти три силовых маховика, приводимые в действие электроэнергией, вращаются с высокой скоростью вокруг трех перпендикулярных осей. При работе маховика спутник, естественно, поворачивается в противоположную сторону до тех пор, пока система управления не выдаст сигнал о точном наведении всего корпуса спутника в нужное место на небесной сфере. Конечно, как и всякая система автоматического регулирования, система наведения работает с определенными ошибками, которые, в свою очередь, складываются из ошибок звездного датчика, управляющей бортовой вычислительной машины и исполнительных органов (гироинов). Звездные датчики, установленные на ИСЗ "Ямал", позволяют определять ориентацию спутника с точностью до 1", что вполне достаточно для решения всех астро-

номических задач. Вычислительный комплекс и гироины позволяют удерживать спутник в направлении заданной точки неба с точностью в доли угловой секунды продолжительное время, вплоть до десяти минут. Необходимо отметить, что звездные датчики могут работать только при низком уровне рассеянного света от Солнца и яркого, освещенного Солнцем, диска Земли. Это ограничивает возможные зоны наблюдения. Например, имеющиеся звездные датчики, установленные на ИСЗ "Ямал", нормально работают при угле более 30° в направлении от Солнца и более 30° от яркого лимба Земли. Прикидки показывают, что спутник сможет наблюдать слабые астрономические объекты около 16 ч в сутки. Остальные 8 ч будут использованы для служебных целей – на эксплуатацию спутника как ретранслятора данных, проведение солнечных исследований, например наблюдение солнечной короны на большом удалении от края Солнца. Помимо основного оптического телескопа, на ИСЗ можно установить внеатомный коронограф типа Лео, оснащенный внешней искусственной "луной".

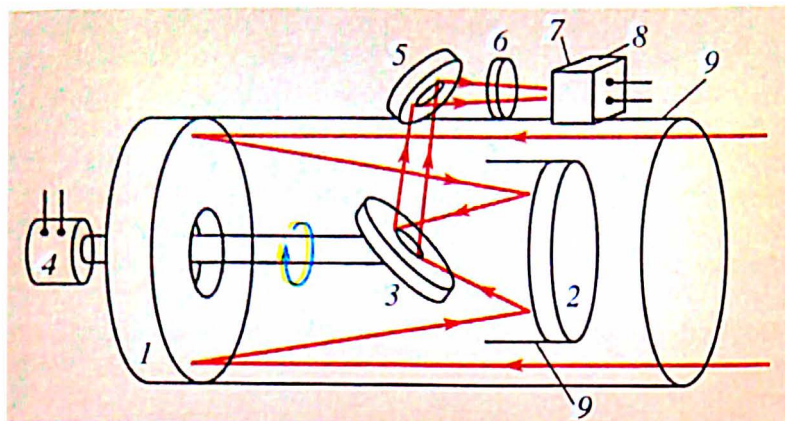
Питание служебной аппаратуры и телескопа с приемной аппаратурой на спутнике обеспечивается совершенной системой энергоснабжения, состоящей из солнечных батарей и химических подзаряжаемых источников тока. Солнечные батареи могут вра-

щаться вокруг одной оси, сохраняя оптимальный режим подзарядки аккумуляторов. Общая энергооборуженность спутника составляет около 2 кВт.

На спутнике установлена эффективная система терморегулирования, благодаря которой поддерживается комфортная температура для работы научной и служебной аппаратуры. Передача данных на Землю осуществляется по высокоскоростной линии связи. Она обеспечивает прием информации со спутника индивидуальными антеннами со скоростями около 40 кбит/с и до 12 Мбит/с (при использовании специальных антенн в Центре управления полетом). Есть также и высокоинформативная командная линия для управления спутником и закладки уставок (команд) в систему наведения и научную аппаратуру телескопа. Команды, конечно, может выдавать только Центр управления полетом.

ПРИБОРНОЕ ОСНАЩЕНИЕ ОБСЕРВАТОРИИ

Каковы же будут телескоп и детекторы? В настоящее время принято решение установить на спутнике оптический **телескоп-рефлектор** системы **Риччи-Кретьена**, состоящий из вогнутого основного зеркала диаметром 60 см с формой гиперболоида вращения. Вторичное, выпуклое зеркало диаметром около 20 см – также гиперболоид вращения. Такая схема обеспечивает



Оптическая схема телескопа и основных детекторов (ПЗС-матриц): 1 – главное зеркало (гипербола), 2 – вторичное зеркало (гипербола), 3 – поворотное диагональное зеркало, 4 – шаговый мотор для переключения детекторов, 5 – диагональное зеркало, 6 – светофильтр, 7 – детектор (ПЗС-матрица), 8 – холодильник, 9 – солнцезащитные бленды. Рисунок автора.

максимальное поле зрения телескопа диаметром около 1° . В телескопе (как это обычно делается на больших инструментах) будут реализованы два фокусных расстояния (6 и 30 м). Это даст возможность получать изображения больших участков звездного неба (вплоть до $30'$) и совсем малые площадки для точной звездной фотометрии. Во втором случае поле зрения составит всего $5'$ или даже меньше. Переключение с одного фокуса на другой будет осуществляться поворотом диагонального зеркала с помощью линзового корректора. Телескоп оснастят высокоэффективной блендой для уменьшения рассеянного света от Солнца и Земли, а также внутренними диафрагмами. В фокальной плоскости телескопа предполагается установить три детектора: первый из них включит в себя высокочувствительную ПЗС-матрицу с малым уровнем шума размером около 20×20 мм с числом элементов (пикселей) 4096×4096 . Это обеспечивает угловое разрешение телескопа до десятой доли угловой секунды, то

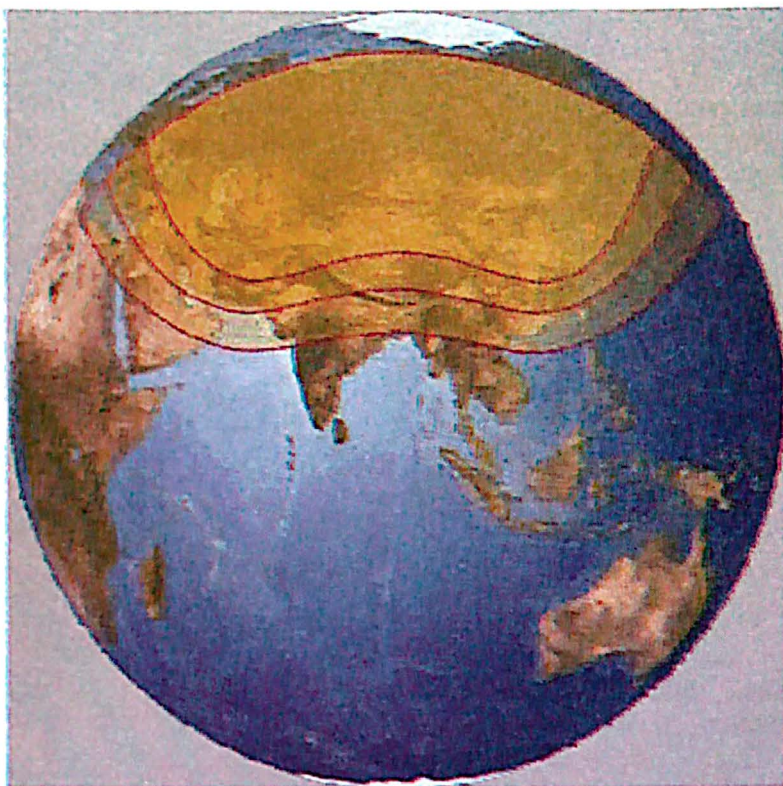
есть в десять раз лучше, чем у наземных телескопов. Перед детектором (ПЗС-матрицей) будет установлено два диска с фильтрами для получения цветных фотометрических изображений, а также линзовый корректор для увеличения поля зрения и обеспечения его плоской формы. Кроме оптической матрицы будут работать два детектора – в ближней ультрафиолетовой области спектра (400–200 нм) с тремя фильтрами и инфракрасная матрица (область спектра 1–2 мкм) с несколькими фильтрами. Все матрицы будут охлаждаться термоэлектрическими холодильниками. Поскольку работа холодильников основана на эффекте Пельтье (температура около -70°C), то не требуется никаких подвижных элементов. В таком холодильнике нет ни компрессора, ни сжатого газа (фреона или хлора). Его принцип действия основан на использовании переноса тепла от одного металла к другому (с разной проводимостью) электрическим током. На каждом переходе между двумя металлами можно получить перепад темпера-

туры в $20\text{--}30^\circ\text{C}$. Трехкаскадный холодильник сможет охладить ПЗС-матрицу телескопа на $60\text{--}90^\circ\text{C}$. Этот тип холодильника лишь потребляет электроэнергию, вырабатываемую солнечными батареями спутника. Срок его функционирования практически не ограничен.

Тепловое излучение от оптики телескопа и других его деталей чувствительность телескопа не снизят. Предварительные оценки показывают, что телескопу станут доступны для наблюдения в оптическом диапазоне звезды до 21^m величины при экспозиции 600 с. Точность фотометрии ПЗС-камеры видимого диапазона также оценивается на достаточно высоком уровне – до $0.001''$ для звезды ярче 15^m и около $0.01''$ для звезд $18\text{--}20^m$. Эти высокие параметры, конечно, будут реализованы лишь для значительных углов визирования от Солнца и яркого лимба освещенной Земли.

Специалисты из РКК "Энергия" полагают, что астрономический спутник на базе "Ямала" сможет работать на орбите не менее 10 лет. Исходя из этого

Зоны видимости при работе ИСЗ "Ямал", покрывающие территорию Северной Африки, Восточной Европы и Азии. Рисунок РКК "Энергия".



срока должны рассчитываться и все узлы научной аппаратуры. Сюда входит радиационная опасность от заряженных частиц космических лучей и радиационных поясов Земли, стойкость на испарение и разрушение в космическом вакууме всех элементов телескопа и электроники.

Для работы с информацией, принимаемой со спутника, будет разработано специальное математическое обеспечение (soft), предоставляемое всем желающим. Приемник информации через специальный интерфейс будет сопрягаться со стандартным персональным компьютером, что позволит работать с этой информацией огромному числу потребителей.

**для КОГО СОЗДАЕТСЯ
КОСМИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ?**

Кто сможет воспользоваться таким необычным, по современным меркам, инструментом? Авторы разработки полагают, что в нем будут заинтересованы все астрономические учреждения, университеты, обсерватории и научно-исследовательские институты. Активно работать смогут также педагогические и другие учебные заведения, астрономические общества разных стран и,

наконец, квалифицированные любители астрономии, объединенные в кружки или в планетариях (даже отдельные любители). Как видим, круг потребителей астрономической информации достаточно широк.

Главная цель научной аппаратуры спутника – **высококачественные цветные изображения протяженных объектов** (планетарных туманностей, шаровых звездных скоплений, остатков сверхновых и галактик). Возможны работы по звездной фотометрии в различных, близких к стандартным, системах, например в системах UBVR или Козинса, ныне весьма популярных в среде астрономов. На этом спутнике можно будет изучать переменные звезды в нашей и в ближайших соседних галактиках, исследовать пе-

ременность внегалактических объектов и в первую очередь – квазаров. Практически все наблюдатели смогут найти для себя интересные задачи вполне современного инструментального уровня. Немало интересных задач и для исследователей объектов Солнечной системы: планет, их спутников, астероидов и комет. Специалисты в области солнечной физики смогут получать весьма полезные данные, если на спутнике установят коронограф.

Пока остается неясным вопрос о финансировании этого проекта. Предполагается, что его спонсорами станут Российская академия наук, университеты, педагогические институты и астрономические общества различных, в основном европейских, стран.

Весь проект, включая разработку и изготовление телескопа, научной аппаратуры и спутника, его адаптацию к астрономическим, а не телекоммуникационным задачам, запуск

и 10-летняя эксплуатация обойдутся в 30–50 раз дешевле, чем разрабатываемые в Европе и США новые космические астрофизические обсерватории XXI в.

Читатели журнала "Земля и Вселенная" могут высказать свое отношение к проекту и внести свои предложения автору статьи (vkurt@asc.rssi.ru) или в редакцию нашего журнала.

Информация

СОЛНЦЕ В АВГУСТЕ–СЕНТЯБРЕ 2003 г.

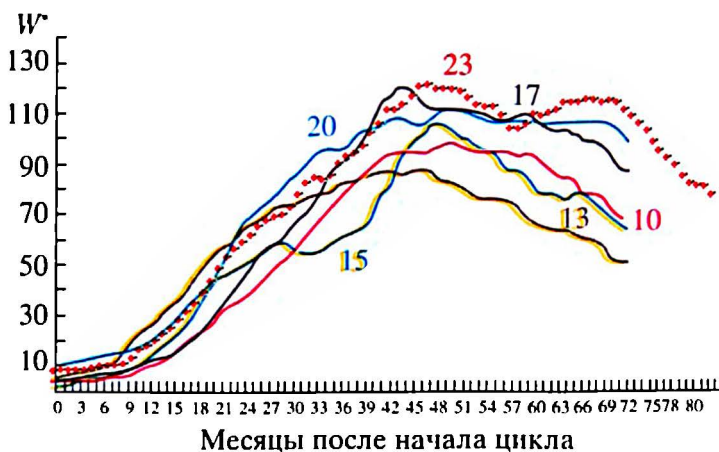
Солнечная активность после небольшого подъема в июле 2003 г. снова стала снижаться, подтверждая фазу спада активности текущего. 23-го солнечного цикла, начавшуюся в июле 2002 г. Значения относительного числа солнечных пятен $W_{\text{авг}} = 72.7$ и $W_{\text{сен}} = 48.8$. Напомним, что максимум текущего солнечного цикла наступил в апреле 2000 г. (Земля и Вселенная, 2003, №№ 2–4).

В августе 2003 г. пятнообразовательная активность Солнца оставалась на среднем уровне весь месяц, немного усилившись в последнюю неделю. Максимальное относительное число пятен ($W = 95$) отмечено **28 августа**, а минимальное ($W = 49$) – **1 августа**. На видимом диске Солнца постоянно наблюдалось от 4 до 9 групп солнечных пятен, среди которых не было вспышечно-активных. За весь месяц зафиксировано всего две большие группы пятен, которые проходили над видимым диском Солнца в Южном полушарии. За месяц зарегистрировано 4 вспышки

среднего балла M и 12 выбросов солнечных волокон (Земля и Вселенная, 2001, № 2). Геомагнитная обстановка была возмущенной в течение 22 суток за месяц в основном за счет прихода к Земле рекуррентных высокоскоростных потоков солнечного ветра от корональных дыр. Сильная магнитная буря произошла 17–18 августа. Она была вызвана возмущением от небольшой вспышки, которая возникла в центральной части диска Солнца 14 августа и сопровождалась интенсивным выбросом коронального вещества. Умеренные магнитные бури отмечены 6, 21 и 22 августа, а малые – 7, 8, 12, 23 и 24 августа. В околозем-

ном космическом пространстве на геостационарных орбитах в течение 25 суток регистрировался высокий уровень потоков высокоэнергичных электронов.

В сентябре 2003 г. уровень пятнообразовательной активности Солнца продолжал снижаться и на второй неделе упал до низкого, затем восстановился до среднего. Наибольшее относительное число пятен ($W = 79$) наблюдалось **27 сентября**, а наименьшее ($W = 17$) – **9 сентября**. Во вспышечном отношении первый месяц осени был спокойным: всего одна вспышка среднего балла M за весь месяц. Кроме того, в сентябре произошло 14 вы-



Ход развития (84 месяца) текущего 23-го цикла солнечной активности среди аналогичных циклов. W^* – сглаженные за 13 месяцев относительные числа солнечных пятен.

Вид Солнца 18.08.2003 г.: а) в белом свете (непрерывном спектре); б) в самой сильной водородной линии видимой части спектра H_α ($\lambda = 6563 \text{ \AA}$); в, г) в линиях крайнего ультрафиолетового излучения $\lambda = 195 \text{ \AA}$, $284 \text{ \AA}$. Фото "SOHO".

бросов солнечных волокон. Количество корональных дыр немного уменьшилось. В околоземном космическом пространстве зафиксировано 17 возмущенных дней. Сильная магнитная буря 17–19 сентября произошла вследствие суммарного воздействия на магнитосферу возмущения от выброса солнечного волокна и высокоскоростного потока от большой корональной дыры. Порог малой геомагнитной бури был превышен 16, 20, 24 и 25 сентября.

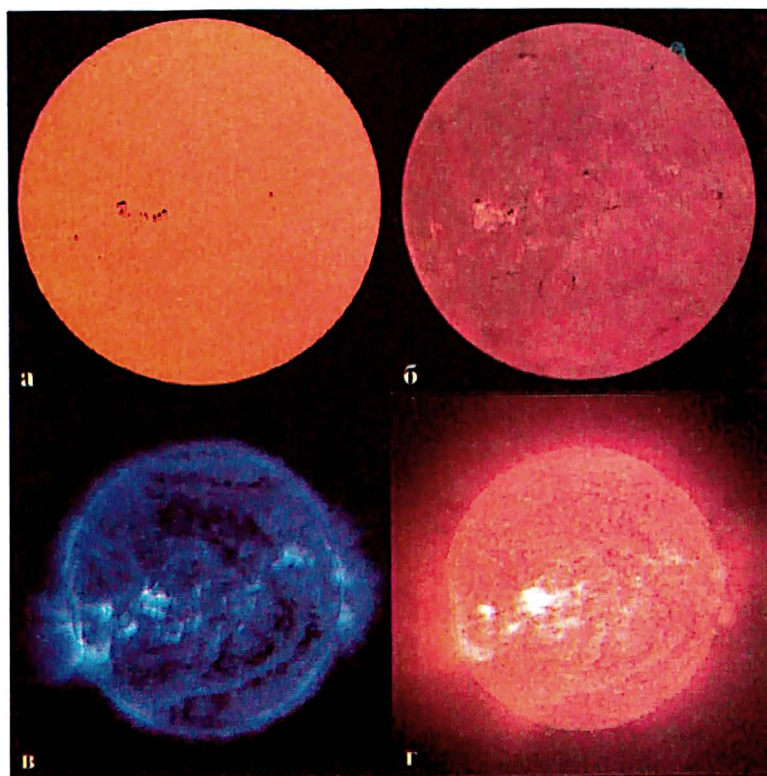
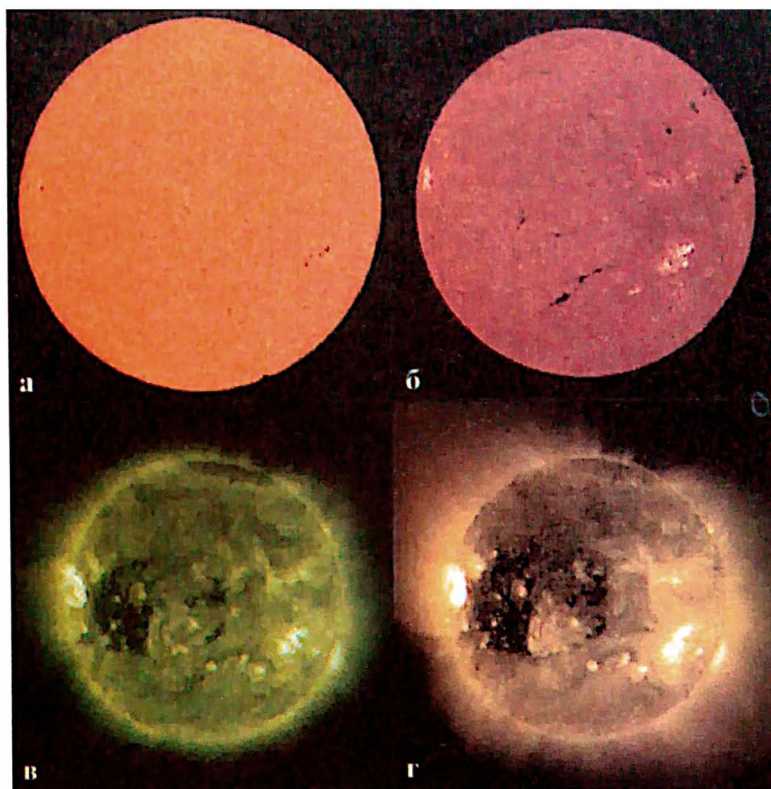
Информацию о текущем состоянии солнечной активности и ее прогноз на русском языке можно найти в Интернете по адресу:

<http://www.izmiran.rssi.ru/space/solar/forecast>

Страница обновляется каждый понедельник.

**В.Н. ИШКОВ
ИЗМИРАН**

Вид Солнца 25.09.2003 г.: а) в белом свете (непрерывном спектре); б) в самой сильной водородной линии в видимой части спектра H_α ($\lambda = 6563 \text{ \AA}$); в, г) в линиях крайнего ультрафиолета $\lambda = 171 \text{ \AA}$, $304 \text{ \AA}$. Фото "SOHO".



Источник снимков: Интернет, страницы Службы Солнца (www.sec.noaa.gov).

Старт 15 октября 2003 г.
РН "CZ-2F" с космическим
кораблем "Шэнь Чжоу-5".
Космодром Цзюцюань. Фото
Синьхуа.

Первый китайский тайконавт в космосе!

15 октября 2003 г. в 01 ч 00 мин 04 с по Гринвичу с космодрома Цзюцюань с помощью РН "CZ-2F" запущен первый китайский пилотируемый корабль "Shenzhou-V" ("Шэнь Чжоу-5"). На борту корабля находился 1-й тайконавт (тайко – космос, навт – мореплаватель, что, собственно, и значит космонавт, астронавт) **Ян Ливэй**, 431-й космонавт мира. Ракета-носитель вывела корабль на почти круговую орбиту высотой 331×336 км, наклонением 42.4° и периодом обращения 91.2 мин. За стартом с космодрома Цзюцюань наблюдали председатель Народного Собрания КНР Ху Цзиньтао и другие руководители страны.

Модернизированный тип китайского носителя "CZ-2F", или "Чанчжэн-2Ф" (Великий поход), аналогичный российской РН "Зенит-3SL", отличается высокими рабочими характеристиками и соответствует мировым передовым стандартам. Эта ракета считается самой мощной и тяжелой в Китае (длина – 58.3 м, стартовая масса – 479.8 т, тяга у Земли – 6030 кН). Разрабатывали "Чанчжэн-2Ф" с 1992 г., используя новейшие технологии. Всего с помощью ракет "Великий поход" Китай осуществил 71 запуск, в том числе четырех кораблей серии "Шэнь Чжоу", совершивших полеты в автоматическом режиме в 1999–2002 гг. (Земля и Вселенная, 2000, № 6; 2003, №№ 2, 6).

Ян Ливэй во время полета был спокоен, вел себя непринужденно, уверенно управлял кораблем и выполнил заплани-



Первый тайконавт Ян Ливэй в кабине космического корабля "Шэнь Чжоу-5" перед стартом. Фото Синьхуа.

рованные эксперименты. Состоялись его телефонные разговоры с руководителем медицинской службы китайского ЦУП доктором Ли Юнцжи. Ян Ливэй сообщил, что “чувствует себя хорошо, условия полета нормальные”. Он постоянно информировал врачей о своем состоянии, проводился также телеметрический контроль его здоровья. Согласно графику, во время полета состоялось еще несколько сеансов связи между тайконавтом и специалистами ЦУП.

Военный летчик подполковник Ян Ливэй родился в 1965 г. в семье учителей в уезде Суйчжун северо-восточной провинции Ляонин. С 18 лет служит в Народно-освободительной армии Китая, в 1987 г. окончил 8-е авиационное училище НОАК и имеет степень бакалавра технических наук. Ян Ливэй налегал на самолетах различного типа 1350 ч. С 1998 г. тренировался в составе первой группы китайских космонавтов. Рост пилота – 168 см. Женат, имеет 9-летнего сына. Права совершить первый космический полет Ян Ливэй удостоился за отличные результаты, показан-

ные в течение пятилетней подготовки, и за особо серьезное отношение к делу. Обучение он проходил в центре предполетной подготовки под Пекином. Ян Ливэй выбран из 14 военных летчиков – членов отряда тайконавтов, отобранных из двух тысяч кандидатов. Его инструкторами были два китайских пилота, которые в 1996 г. стажировались в Центре подготовки космонавтов в Звездном городке. Кроме Ян Ливэя в первый отряд китайских космонавтов входят его дублеры Чжан Чжиган и Хе Хайшэн.

Космический корабль “Шэнь Чжоу-5” (Shenzhou переводится по-разному – Волшебный корабль, Священная ладья или Корабль богов) состоит из приборно агрегатного (двигательного) отсека, спускаемого аппарата (кабины корабля) для трех членов экипажа, орбитального и служебного (с научным блоком) отсеков. Длина аппарата – 8,86 м, вес – 7,79 т. Как отмечают эксперты, по конструкции и расположению систем он близок к российскому КК “Союз”, однако несколько крупнее. Корабль создан на основе чертежно-конструкторской докумен-

тации, проданной китайским специалистам РКК “Энергия” им. С.П. Королёва.

“Шэнь Чжоу-5” совершил 14 витков вокруг Земли и после 21-часового полета осуществил успешную посадку 16 октября в 22 ч 23 мин по Гринвичу в безлюдной степи на территории автономного района Внутренняя Монголия (около 300 км к северу от Пекина) в 3 км от расчетного места. Ян Ливэй самостоятельно покинул корабль после посадки. КНР стала третьей после России и США страной, обладающей пилотируемыми кораблями. На программу создания пилотируемого корабля затрачено 19 млрд. юаней (2,3 млрд. долларов). Китайцы испытывают огромную радость и полны оптимизма в отношении дальнейшего освоения космоса. К 2010 г. планируют создать орбитальную станцию, затем исследовать зондами Луну и Марс, а после 2020 г. осуществить лунную экспедицию.

По материалам
информационных агентств
ИТАР-ТАСС и Синьхуа

Информация

“Союз” будут запускать с Куру

В октябре 2003 г. принято решение построить стартовый комплекс для российских РН среднего класса “Союз-ФГ” на европейском космодроме Куру во Французской Гвиане. Такой шаг связан с отсутствием у ESA носителя среднего класса после прекращения эксплуатации компанией Arianespace РН “Ариан-4” (Земля и Вселенная, 2003, № 5) и перехода на

запуски европейских РН тяжелого класса “Ариан-5” и легкого “Вега”. Активную роль в этом сыграла Франция. Страны-участницы ESA должны выделить на строительство 314 млн. евро, половину этой суммы – Французское космическое агентство (CNES).

Стартовая масса РН “Союз-ФГ” – 315 т. Она может вывести КА массой 4,8 т на орбиту высотой до 1500 км, геостационарную орбиту – около 1,5 т. С помощью “Союз-ФГ” была запущена европейская АМС “Марс Экспресс” (см. статью С.А. Герасютина в этом номере).

Согласно проекту, российские специалисты будут стро-

ить и эксплуатировать стартовые сооружения РН “Союз-ФГ”, находящиеся в 10 км севернее комплекса № 3, для РН “Ариан-5”. На создание и поставку оборудования России будет выделено 121 млн. евро. Первый старт РН с Куру запланирован на 2006 г. Создание стартового комплекса окупится через три года. Россия, получив заказы на 4–5 запусков, сможет в ближайшие 10 лет занять 40% мирового рынка коммерческого использования носителей.

По материалам ESA
и Arianespace

Новое о межпланетных станциях и научных спутниках

Полеты автоматических межпланетных станций*

1. **“Стардаст” (“Stardust”, США).** АМС запущена 7 февраля 1999 г. Продолжается полет к комете Вильда-2, встреча запланирована на 2 января 2004 г., возвращение капсулы с образцами кометного вещества на 15 января 2006 г. В июле 2003 г. “Стардаст” выполнила второй пролет около Земли и третий раз изменила наклонение к плоскости эклиптики, тем самым завершив 23 июля второй виток по гелиоцентрической орбите. После этого станция вошла в плоскость орбиты кометы для встречи с ней. Ловушка пылевых частиц продолжает сбор частиц межпланетной пыли. К октябрю 2003 г. АМС находится в 0.346 а.е. от кометы Вильда-2, расстояние от Земли – 2.259 а.е.

Как сообщалось (Земля и Вселенная, 2003, № 4), 2 ноября 2002 г. в 4 ч 50 мин** она пролетела со

скоростью 7 км/с в 3300 км от астероида Аннефранк. В течение 25 мин проводилась съемка астероида навигационной камерой. Встреча с ним готовилась как техническое испытание систем и аппаратуры станции, причем вне радиосвязи с Землей. Эксперимент завершился успехом: получено 70 снимков лучшего разрешения, чем предполагалось. Стало известно, что астероид неправильной формы, его альbedo 10–20%, длина 8 км, что в два раза больше оценочной. На астероиде замечено несколько кратеров диаметром в сотни метров. Он обращается вокруг Солнца по близкой к круговой орбите с перигелием 2.073 а.е., афелием 2.352 а.е. и наклонением 4.25°. Видимая звездная величина – 14.2^m. Этот пролет стал генеральной репетицией встречи АМС “Стардаст” с кометой Вильда-2.

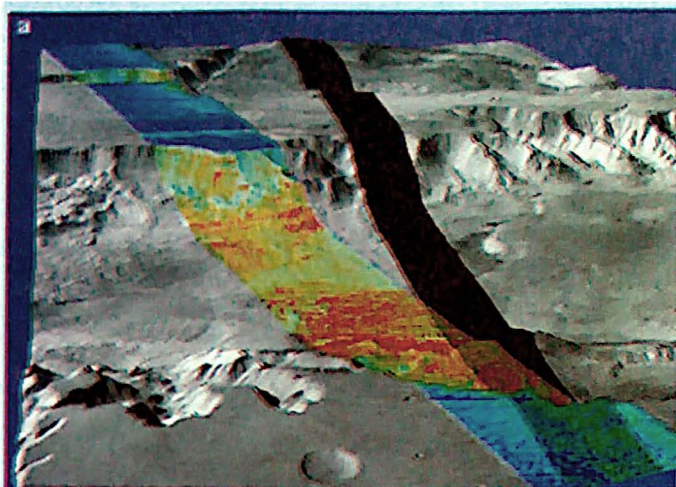
2. **“Нодзоми” (“Nozomi”, Япония).** АМС запущена 3 июля 1998 г. Продолжается незапланированный полет по гелиоцентричес-

кой орбите между Землей и Марсом после неудачного маневра 20 декабря 1998 г. Все системы и 14 научных приборов АМС функционируют нормально. Потерянная в мае 2002 г. связь со станцией восстановлена. 21 декабря 2002 г. “Нодзоми” (надежда) пролетела на расстоянии 30 тыс. км от Земли и ее гелиоцентрические параметры орбиты сравнялись с земной. Затем она вернулась к нашей планете, пролетев от нее 19 июня 2003 г. в 14 ч 43 мин на расстоянии 11 тыс. км, и вышла на новую гелиоцентрическую орбиту с параметрами: перигелий – 151.32 млн. км, афелий – 227.02 млн. км, наклонение 0.418° и период обращения 519.4 сут. Станция после пертурбационного маневра у Земли перешла на траекторию полета к Марсу, ее путешествие продолжается по плану. В начале 2004 г. “Нодзоми” должна выйти на орбиту вокруг планеты для исследований.

3. **“Марс Одиссей” (“Mars Odyssey”, США).**

* Продолжение. Начало см.: 1995, № 5; 1996, № 3; 1997, № 4; 1998, № 3; 1999, № 3; 2000, № 4; 2001, № 5; 2003, № 1.

** Здесь и далее время дано по Гринвичу.



Участок поверхности Марса в пределах Valles Marineris (долина Маринера), область Melas Chasma (каньон Мелас простирается примерно на 350 км), полученный в апреле 2003 г. тепловым спектрометром АМС "Марс Одиссей": а) топография мозаики черно-белых дневных (температура поверхности от -35 до -5°C) и цветного ночного (инфракрасный спектр) снимков с отмеченными полосами съёмки. Оползни стекли на более чем 100 км в низины, они произвели депозиты с горными хребтами и углублениями, чередуя теплые и холодные материалы. Ночью скальные материалы сохраняют тепло (красный цвет), а пыль и песок (синий) охлаждаются быстрее, поэтому здесь ниже температура; б) тот же район (5° ю.ш. и 77° з.д.) в условных цветах, показаны эффекты эрозии на слоистых камнях, которые разрушились из-за разнообразных процессов, включая ветер и подвижки по склону. Более темные материалы находятся ближе к мантии – это, вероятно, песок. Кратеры подвергались воздействию эрозии и разрушились. Полосы снимков шириной 32 км и длиной 57 км, разрешение – 19 м. Фото NASA.

АМС запущена 7 апреля 2001 г. Станция продолжает выполнять запланированные исследования с солнечно-синхронной орбиты высотой 385 × 401 км, наклоном 93.1° и периодом обращения 118 мин. На этой орбите "Марс Одиссей" будет выполнять программу исследований до 5 августа 2004 г. К настоящему времени получены результаты: *гамма-спектрометр* сделал более 200 тыс. спектров элементов грунта; *тепловой спектрометр* в види-

мом и ИК-диапазонах – около 500 снимков участков поверхности с разрешением до 16 м; один из *датчиков* измеряет радиационную обстановку. Как уже сообщалось (Земля и Вселенная, 2002, № 4; 2003, № 6), южнее 60° ю.ш. с помощью двух *нейтронных детекторов* обнаружены запасы водяного льда на двух-трехметровой глубине на площади 10 млн. км². Его объем – 3 тыс. км³, это примерно объем Ладожского озера. Указания на подпочвенный

лед появились уже на снимках "Викингов", а "Марс Глобал Сервейер" сделал оценку его объема в полярных шапках. К 2002 г. на основе 320 тыс. измерений составлена первая карта залегания льда с разрешением 5°.

4. "Марс Глобал Сервейер" ("Mars Global Surveyor", США). АМС запущена 7 ноября 1996 г. Продолжается картографирование поверхности Марса с орбиты высотой 372 × 427 км, наклоном 92.9° и периодом обраще-

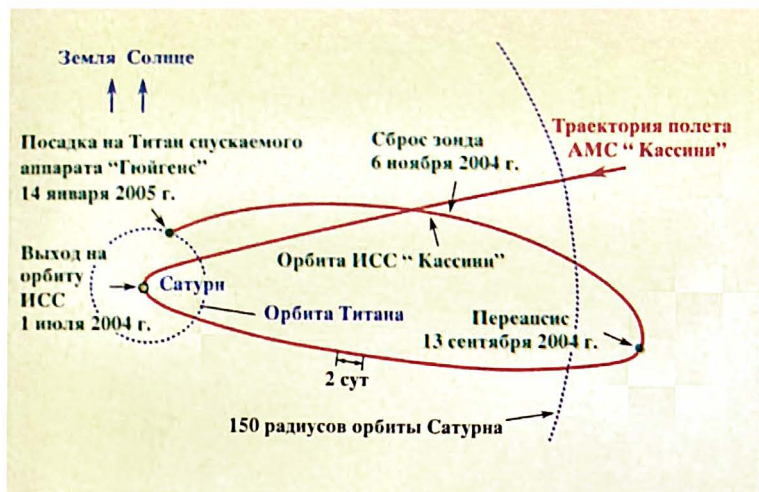
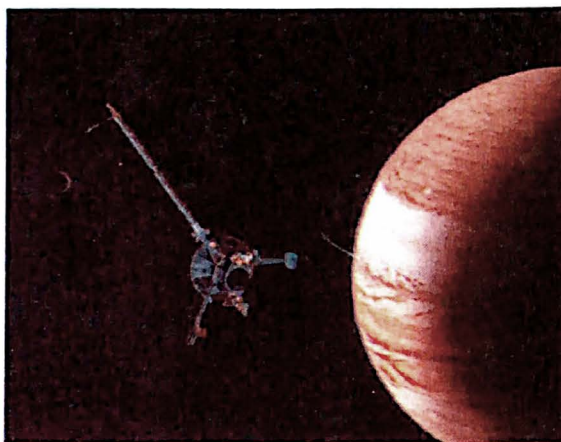
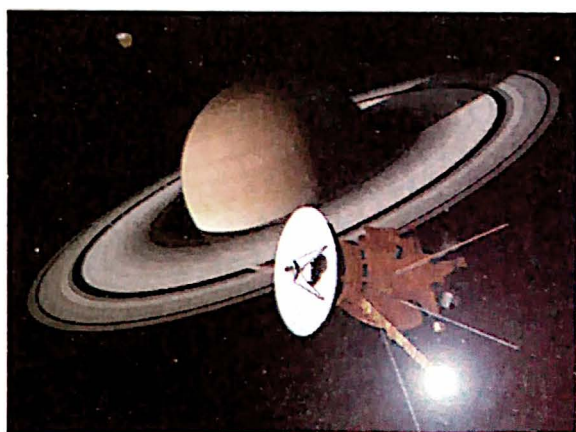


Схема этапов выхода АМС "Кассини-Гюйгенс" на орбиту искусственного спутника Сатурна в июле 2004 г. Рисунок NASA.

Межпланетная станция "Кассини-Гюйгенс" (NASA – ESA) пролетит в июле 2004 г. около колец и выйдет на орбиту Сатурна. Рисунок NASA.

Орбитальная станция "Галилей" завершает 35-й виток вокруг Юпитера входом 21 сентября 2003 г. в атмосферу планеты-гиганта. Рисунок NASA.

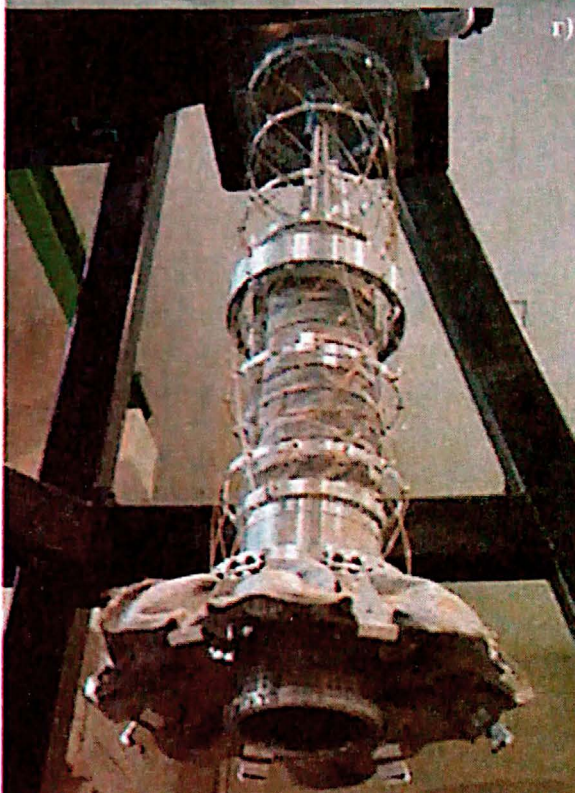
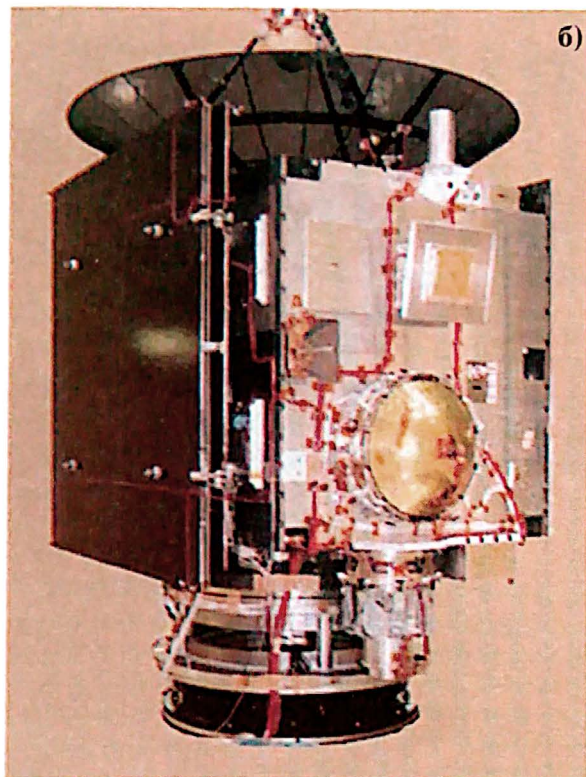
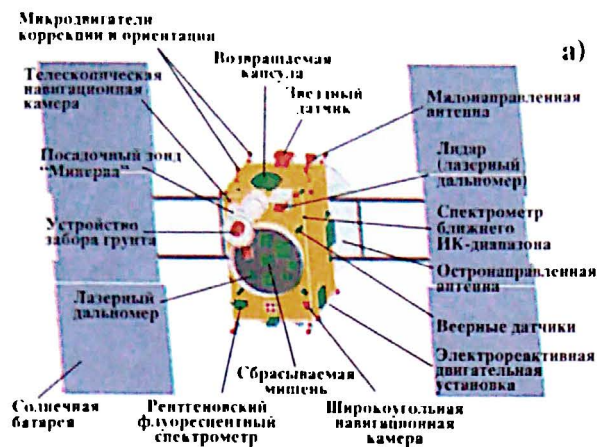


ния 117 мин. Основная программа исследований Марса завершилась в январе 2001 г., до мая 2004 г. АМС работает по дополнительной программе, чтобы подстраховать "Марс Одиссей" во время посадки марсоходов. Станция ведет наблюдения поверхности и сезонных изменений уже третий марсианский год (687 сут). Основной задачей продленной программы будет повторное изучение отдельных районов в то же время года, но марсианский год спустя. Получены десятки тысяч снимков с разрешением до 2 м и мил-

лионы спектров элементного состава пород, измерен рельеф поверхности с помощью *лазерного высоотомера*. Продолжаются геологические и минералогические исследования. Программа полета станции еще раз продлена до начала 2008 г.

5. "Кассини-Гюйгенс" ("Cassini-Huygens", NASA-ESA). АМС запущена 15 октября 1997 г. Станция продолжает полет к Сатурну, в октябре 2003 г. расстояние до него – 0.864 а.е., до Земли – 8.745 а.е. В систему его спутников она войдет 1 июля 2004 г., а за-

тем выйдет на орбиту искусственного спутника Сатурна (ИСС). Все 12 научных приборов в рабочем состоянии. АМС при подлете к системе Сатурна выполнит комплекс экспериментов и фотосъемку. По новому плану полета станция совершит три пролета около Титана – 26 октября, 13 и 25 декабря 2004 г., после чего 14 января 2005 г. посадочный зонд "Гюйгенс" (ESA) выполнит спуск на поверхность спутника. Программа исследований системы Сатурна с орбиты ИСС рассчитана до 2008 г.



Японская межпланетная станция "Хаябуса" ("Muses-C"): а) размещение научной аппаратуры и служебных систем, б) АМС перед запуском, в) посадочный зонд "Минерва", г) универсальное устройство забора образцов грунта. Рисунок и фото ISAS.

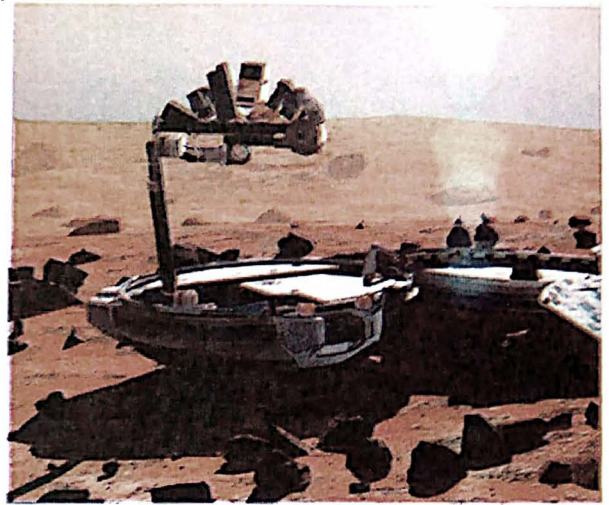
6. "Галилей" ("Galileo", США). АМС запущена 19 октября 1989 г. С декабря 1995 г. до середины 2003 г. проведен широкий комплекс исследований

системы Юпитера – атмосферы (включая парашютный спуск спускаемого аппарата 5 декабря 1995 г.) и колец планеты, 13 раз "Галилей" встречался с Европой, 9 раз с Каллисто, 7 раз пролетал у Ганимеда, 7 раз у Ио и один раз у Амальтеи. Напомним, что на "Галилее" установлено 10 научных приборов массой 103 кг, с помощью которых он выполнил 17 экспериментов (Земля и Вселенная, 2001,

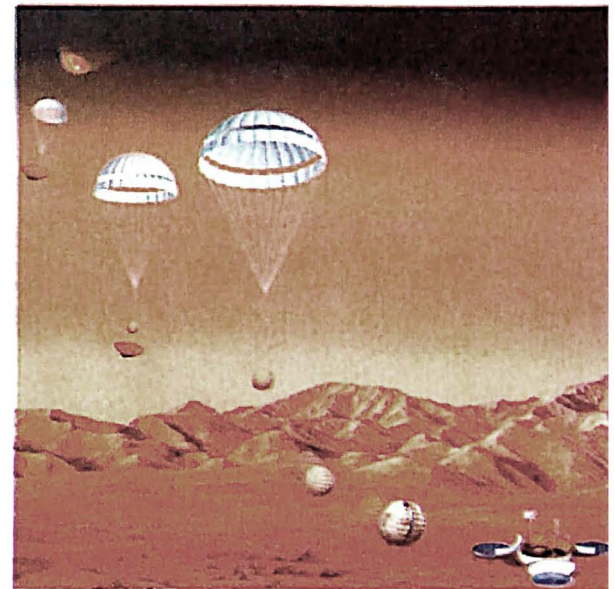
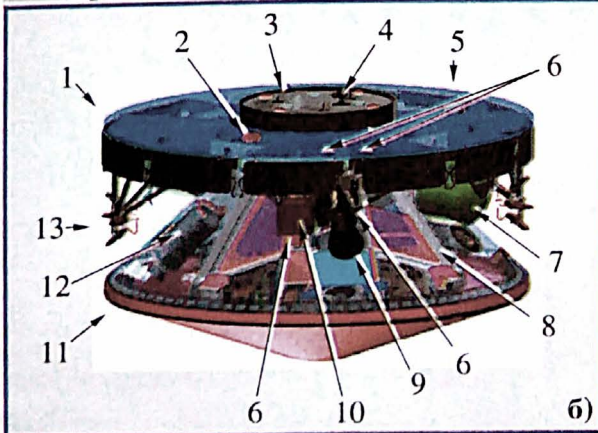
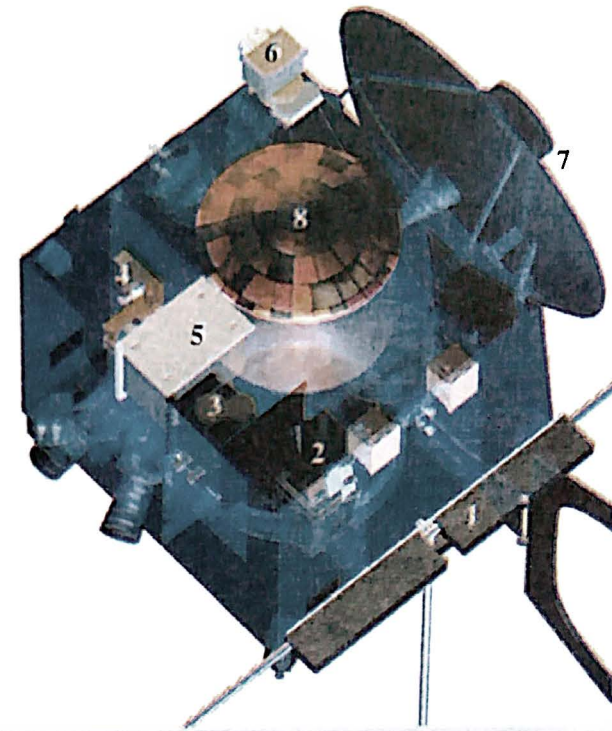
№ 2), при пролете исследовались в том числе астероиды Гаспра (октябрь 1991 г.) и Ида (август 1993 г.). Аппаратура "Галилея" фиксировала столкновение кометы Шумейкеров-Леви с Юпитером (июль 1994 г.). АМС совершила 35 витков вокруг планеты. Последний виток "Галилея" завершился 21 сентября 2003 г. прямым входом в атмосферу Юпитера, последний сигнал от него принят в 19 ч 43 м.

МЕЖПЛАНЕТНЫЕ СТАНЦИИ

Европейская АМС "Марс Экспресс" с указанием расположения научных приборов: 1 – радар-высотомер (альтиметр), 2 – стереокамера высокого разрешения, 3 – картирующий спектрометр, 4 – спектрометр ультрафиолетового и инфракрасного диапазонов, 5 – инфракрасный Фурье-спектрометр, 6 – анализатор плазмы и нейтральных атомов, 7 – аппаратура радиоэксперимента, 8 – марсианский посадочный аппарат "Бигль-2". Рисунок ESA.

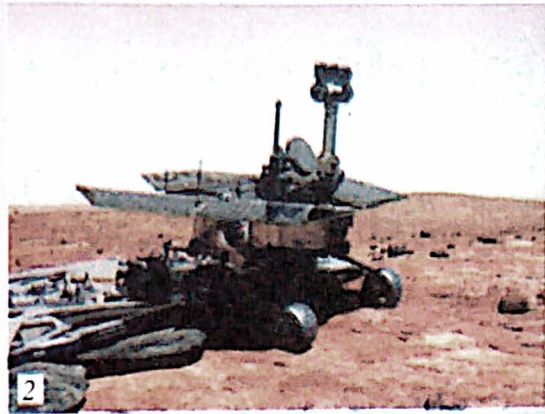
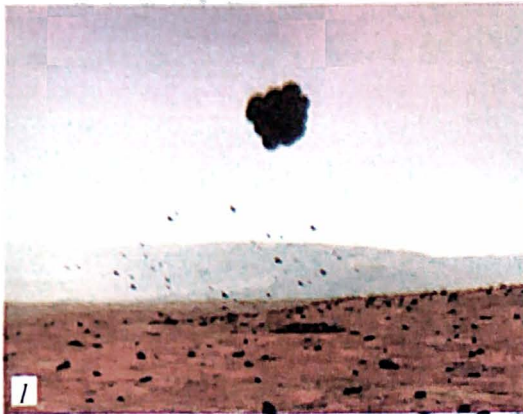


Примерно так будет исследовать поверхность и грунт Марса британская посадочная станция "Бигль-2". Рисунок ESA.

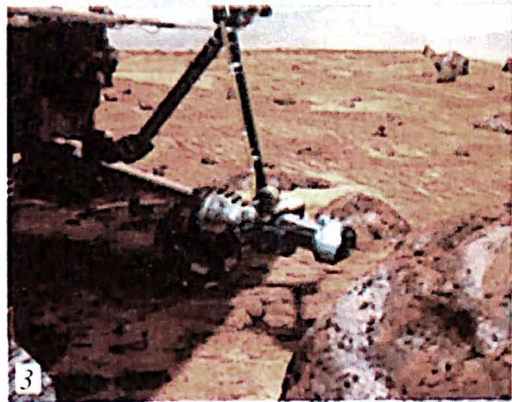


Последовательность операций при посадке на Марс аппарата "Бигль-2": спуск в атмосфере при помощи аэродинамического экрана, тормозной спуск на парашюте, окончательное торможение надувными амортизаторами во время контакта с поверхностью, раскрытие лепестков посадочной станции и проведение исследований на поверхности.

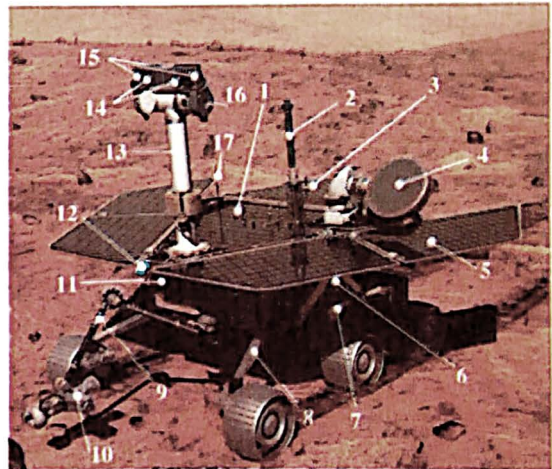
Перелетная ступень АМС "MER": а) в монтажно-испытательном корпусе Космического центра им. Д. Кеннеди перед стартом (сверху – лобовой экран); б) размещение систем: 1 – служебный блок, 2 – малонаправленная антенна, 3 – переходник с последней ступенью РН, 4 – всенаправленная антенна, 5 – панель солнечных батарей, 6 – солнечные датчики, 7 – топливный бак, 8 – марсоход в сложенном положении, 9 – звездный датчик, 10 – блок электроники, 11 – лобовой экран с теплозащитным покрытием, 12 – двигатель разделения перелетной ступени с посадочным отсеком, 13 – микродвигатели коррекции траектории полета. Фото и рисунок NASA.



Последовательность операций при посадке станций "MER" на поверхность Марса: 1 – торможение при посадке с помощью надувных баллонов, 2 – сдутие оболочек баллона и сход марсохода на поверхность, 3 – проведение марсоходами экспериментов по изучению грунта. Рисунок NASA.

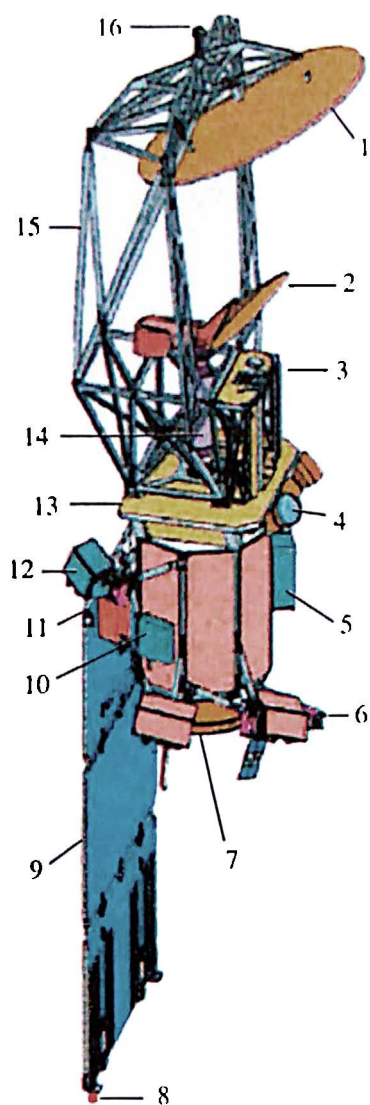


Марсоход станций "MER-1/2": 1 – платформа со служебным оборудованием, 2 – всенаправленная антенна, 3 – калибровочная мишень для фотокамер, 4 – остронаправленная антенна, 5 – панель солнечных батарей, 6 – нагреватель блока электроники в ночное время, 7 – ходовая часть, 8 – подвеска колес, 9 – подвижная штанга с научными приборами, 10 – приборы (микроскоп, шлифовальное устройство, Мессбауэровский и альфа-рентгеновский спектрометры), 11 – передняя часть служебного отсека, 12 – магнитная ловушка, 13 – мачта с фотокамерами, 14 – навигационная камера, 15 – панорамная стереокамера, 16 – термоэмиссионный спектрометр, 17 – антенна ретрансляции данных через ИСМ ("Марс Глобал Сервейер" и "Марс Одиссей"). Рисунок NASA.

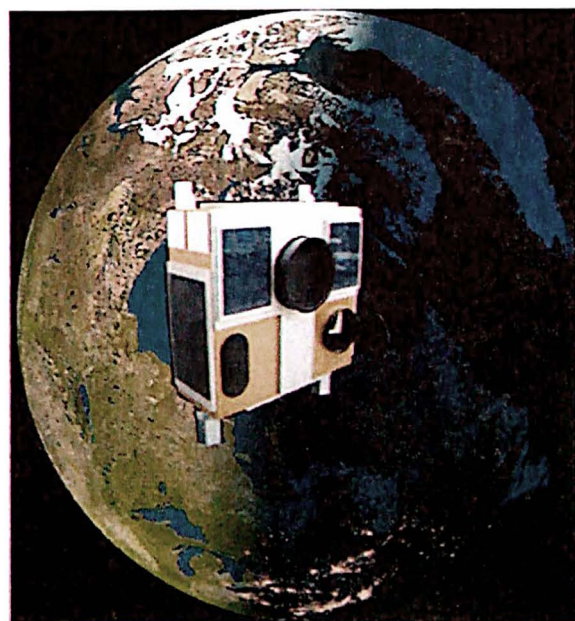
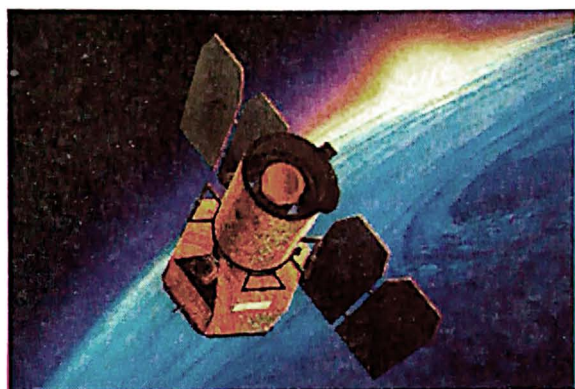
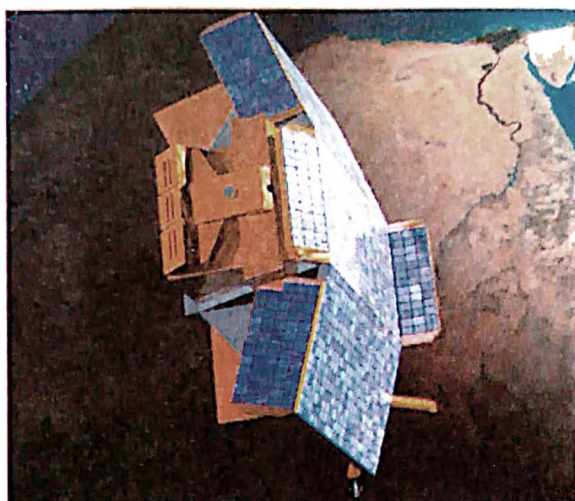


← Места предполагаемых посадок марсоходов "MER-1/2": а) кратер Гусев, б) земля Меридиани. Фото NASA.

СПУТНИКИ



↑
 Научный спутник "Кориолис" (США): 1 – основной рефлектор радиометра WindSat, 2 – рефлектор обзора "холодного неба", 3 – волноводы радиометра WindSat, 4 – звездные датчики системы стабилизации, 5 – места крепления бортовой аппаратуры, 6 – связка двигателей системы управления, 7 – двигательная установка, 8 – радиоантенна, 9 – панель солнечных батарей, 10 – блок обработки данных датчика SMEI, 11 – две антенны навигационной системы GPS, 12 – три оптические камеры SMEI, 13 – неподвижное основание радиометра WindSat, 14 – подвижная часть радиометра WindSat, 15 – ферма с аппаратурой радиометра WindSat, 16 – антенна GPS радиометра WindSat. Рисунок NASA.



Микроспутник "Чипсат" (США) для исследования раскаленного и очень разреженного межзвездного газа. Рисунок Университета Калифорнии в Беркли.

Американская астрофизическая обсерватория "ГАЛЕКС" для исследования эволюции Вселенной: в верхней части расположен телескоп Риччи-Кретьона с диаметром основного зеркала 50 см и фокусным расстоянием 3 м. Рисунок NASA.

Канадская космическая обсерватория "MOST" для изучения характеристик солнцеподобных звезд и поиска у них экзопланет. Справа внизу под открытой крышкой размещен телескоп с диаметром основного зеркала 0.15 м. Рисунок Канадского космического агентства.

7. "Улисс" ("Ulysses", ESA-NASA). АМС запущена 7 октября 1990 г. Продолжаются исследования Солнца и окосолнечного пространства. Все научные приборы работают нормально. Продолжаются наблюдения солнечных вспышек, корональных выбросов, изменений в короне и гелиосфере. В октябре 2001 г. (вблизи максимума 11-летнего цикла солнечной активности) станция пролетела со скоростью 34 км/с над Северным полюсом и направилась над плоскостью эклиптики в область орбиты Юпитера. Параметры орбиты АМС: расстояние от Солнца 1.343×5.404 а.е., наклонение 79.23° и период обращения 6.2 года. К концу октября 2003 г. "Улисс" находился от Солнца на расстоянии 752 млн. км, от Земли – 607 млн. км.

8. "Пионер-10" ("Pioneer-10", США). АМС запущена 3 марта 1972 г.

(Земля и Вселенная, 1972, № 4). В конце февраля 2003 г. с ней прекратилась связь (Земля и Вселенная, 2003, № 3). В декабре 2002 г. проведен последний сеанс связи (сигнал от станции и обратно шел 24 ч 04 мин). Результаты измерений космических лучей свидетельствуют, что она все еще находится в гелиопаузе (пограничный слой между солнечным ветром и межзвездной средой). Сигнал оказался чрезвычайно слабым, что неудивительно, учитывая возраст аппарата и расстояние до него. К концу октября 2003 г. зонд находился на расстоянии более 86.9 а.е. от Солнца (в два раза дальше Плутона) и двигался относительно него со скоростью 12.24 км/с. От Земли станция удалилась уже более чем на 13 млрд. км. "Пионер-10" направляется в сторону Альдебарана, находящуюся в созвездии Тельца на расстоянии 68 св. лет от Солнца, к которой он приблизится через 2 млн. лет. **"Пионер-11"** (запущен 6 апреля 1973 г., Земля и Вселенная, 1973, № 6) также летит к границам Солнечной системы, и с ним тоже нет связи. К корпусу обеих станций прикреплены позолоченная пластинка размером 15×23 см с изображением людей, Солнечной системы и другой информации – послание землян к иным мирам.

9. "Вояджер-1 и -2" ("Voyager-1/2", США). АМС запущены 5 сентября и 20 августа 1977 г. (Земля и Вселенная, 1978,

№ 2). Обе АМС продолжают передавать информацию, работают 5 из 13 научных приборов. Активных действий с аппаратами не проводится, они сохраняют свою работоспособность. "Вояджер-1" к концу октября 2003 г. преодолел расстояние в 14.43 млрд. км, от Солнца его отделяют 12.61 млрд. км, от Земли – 12.67 млрд. км. Относительно Земли он движется со скоростью 20.97 км/с, а относительно Солнца – 17.23 км/с. Чтобы отправить на КА радиосигнал и получить ответ, требуется 23 ч 27 мин 46 с. Показатели для "Вояджера-2" на тот же момент: пройденное расстояние – 13.47 млрд. км, удаление от Солнца – 9.98 млрд. км, удаление от Земли – 10.39 млрд. км, скорость относительно Земли – 28.57 км/с, скорость относительно Солнца – 15.72 км/с. На то, чтобы установить с ним связь, требуется 18 ч 28 мин 52 с. Обе АМС покидают Солнечную систему под углами 35° к северу и 48° к югу от плоскости эклиптики.

10. "Хаябуса" ("Hayabusa" или "Muses-C", Япония). АМС запущена с японского космодрома Утиноура Космического центра Кагосима 9 мая 2003 г. в 4 ч 29 мин 25 с ракетой-носителем "М-5" с дополнительной ступенью КМ-V2. Станция для доставки образцов грунта с ближайшего к Земле астероида вышла на межпланетную траекторию полета, близкую к земной орбите (афелий – 1.1 а.е., пери-

гелий – 0.9 а.е., наклонение – 1.5° и период обращения около 1.2 года).

Разработка КА "Mus-es-C" (Mu Space Engineering Spacecraft-C – конструирование микрокосмического аппарата) началась в 1997 г. Экспериментальная АМС того же класса, что и американский КА "Deer Space-1" (запущен 24 октября 1998 г.) и европейский "Smart-1" (запущен 27 сентября 2003 г.), должна продемонстрировать перспективные технологии: автономную оптическую навигацию, электрореактивный двигатель, возвращаемую со второй космической скоростью капсулу. По различным причинам запуск несколько раз откладывался. В 2000 г. объявили, что станция будет исследовать сближающийся с Землей астероид 1998 SF36 группы Аполлона размером 0.3×0.6 км спектрального типа S и обратным вращением периодом 12.1 ч; параметры орбиты: афелий – 1.697 а.е., перигелий – 0.953 а.е., наклонение – 1.716° и период обращения около 1.525 года. План полета предусматривает выполнение 20 мая 2004 г. гравитационного маневра около Земли, в июне 2005 г. сближение с астероидом и выход на орбиту, исследование астероида с 20 сентября по декабрь 2005 г. В течение первых трех месяцев станция будет находиться в 10–20 км от астероида, измеряя его размеры, определяя форму и вращение, изучая состав и структуру поверхности. Затем

АМС спустится ближе к поверхности, сбросит посадочный зонд и произведет три забора образцов грунта массой до 1 г, которые поместят в возвращаемую капсулу. В ноябре–декабре 2005 г. она отлетит от астероида и направится к Земле. В июне 2007 г. на расстоянии 300–400 км от Земли будет сброшена возвращаемая капсула, которая совершит парашютный спуск и посадку на полигон Вумера (Австралия), а КА пролетит мимо планеты и станет искусственным спутником Солнца.

Межпланетная станция, получившая название "Hayabusa" (сокол), разработана и изготовлена в Институте космических и астронавтических наук (ISAS) и Токийском университете. Космический аппарат (масса 530 кг, включая 50 кг топлива и 65 кг ксенона для двигателей) имеет форму призмы диаметром 1.5 м и высотой 1.05 м. На переднем днище установлена остронаправленная радиоантенна, обеспечивающая передачу информации со скоростью 8 кбит/с и две панели солнечных батарей мощностью 1.4 кВт (общая площадь 12 м^2), на заднем днище – устройство забора грунта и некоторые приборы. Сбоку размещена электрореактивная двигательная установка, состоящая из двух ионных ксеноновых двигателей общей тягой 20 мН (2 гс) и с удельным импульсом 2980 с. Они обеспечивают приращение скорости АМС на 4 км/с. На корпусе укреплены 12 ЖРД – микродвигателей коррек-

ции траектории полета и ориентации тягой по 1 Н. Системы навигации и управления включают два цифровых солнечных и один звездный датчик, навигационные камеры, лазерные дальномеры, веерные датчики и гироскопы, ориентирующие КА с точностью 0.1° . Система обработки данных содержит три процессора запоминающего устройства общим объемом 3 Гбайт.

На борту АМС установлены: *камера видимого диапазона* с ПЗС-матрицей и набором светофильтров для картирования поверхности астероида, изучения характеристик грунта и навигации; *лидар* (инфракрасный дальномер) для измерения формы и массы астероида, составления карты высот; *ИК-спектрометр* диапазона 0.85 – 2.1 мкм; *рентгеновский флуоресцентный спектрометр* для определения минерального состава поверхности; *универсальное устройство для забора образцов грунта* (длина 1 м, диаметр воронки 0.4 м и масса 10 кг). Заборы грунта будут выполняться в режиме зависания при нулевой вертикальной и боковой скорости. Это должно производиться следующим образом. С высоты 30–100 м сбрасывается 10-см мишень с люминесцентным покрытием, отражающим лазерный луч дальномера. При дальнейшем спуске используют систему навигации и микродвигатели ориентации; незадолго до касания ЖРД выключаются, и КА медленно па-

дает. В момент касания пиротехническая пушка выстреливает металлической пулькой массой 5 г со скоростью 300 м/с. Часть выбитого вещества по воронке заборного устройства попадает в приемную ловушку, откуда загружается в возвращаемую капсулу. Эта операция продолжается всего 1 с, затем включаются ЖРД, и КА поднимается на 100 м. Возвращаемая капсула диаметром 0.4 м, толщиной 0.25 м и массой около 20 кг снабжена абляционным теплозащитным покрытием толщиной 3 см, способным выдержать перегрузки 25 g при скорости входа в атмосферу до 13 км/с. На КА установлен посадочный зонд "Минерва" ("Minerva") массой 1 кг, сбрасываемый при касании астероида и перемещающийся по поверхности прыжками; он оснащен *стереокамерами, термометром и пенетраторами* в виде игл для изучения физических свойств грунта. В обеспечении полета АМС "Хаябуса" участвует Лаборатория реактивного движения (JPL) NASA. Научный руководитель проекта – доктор Акира Фудзивара. Стоимость проекта – 150 млн. долларов.

11. "Марс Экспресс" ("Mars Express", ESA). АМС стартовала 2 июня 2003 г. в 17 ч 45 мин 26 с с космодрома Байконур. Российские ракета-носитель "Союз-ФГ" и разгонный блок "Фрегат" вывели АМС на межпланетную траекторию полета. Научная программа "Марс Экс-

пресс" рассчитана на всестороннее изучение поверхности, атмосферы и климата Марса. Цель программы: понять эволюцию планеты, проследить историю воды, а также продолжить поиск следов жизни. В течение двух марсианских лет (около 1300 сут) орбитальный аппарат выполнит исследования в области метеорологии, геологии и геохимии.

Станция состоит из орбитального отсека (искусственного спутника Марса) и посадочного модуля "Бигль-2". На орбитальном отсеке шириной 1.5 × 1.4 м, высотой 1.8 м и массой 1223 кг (включая 457 кг топлива) сверху установлена большая платформа с посадочным модулем "Бигль-2" массой 65 кг и научной аппаратурой массой 116 кг, по бокам которой укреплены две малые платформы, одна из них – с панелями солнечных батарей общей площадью 11.4 м² (мощность 0.5 кВт), другая – с остроуправленной антенной диаметром 1.8 м (средняя скорость передачи информации – 230 кбит/с). На отсеке снизу – платформа с некоторыми служебными системами и микродвигателями ориентации. Системы навигации и управления, ориентирующих КА с точностью 0.15°, включают солнечные и звездные датчики, навигационную камеру. Система обработки данных содержит запоминающее устройство общим объемом 12 Гбайт.

На АМС (в орбитальном отсеке) установлено 7 научных приборов массой

113 кг: *три фотокамеры* (в их числе: высокого разрешения – до 10 м и сверхвысокого – 2.3 м, шириной полосы 2.3 и 52 км; *стереокамера*); *инфракрасный Фурье-спектрометр* диапазона 1.2–40 мкм (спектральное разрешение – 2 см и пространственное – 20 км) получает спектры вдоль трассы полета для измерения вертикального профиля температуры на высотах до 60 км, определения состава облаков, содержания в атмосфере водяного пара; *картирующий спектрометр* диапазона 0.5–5.2 мкм (спектральное разрешение – 0.5 м и пространственное – 0.1 – 3 км) для изучения минерального состава грунта, поиска льда и биологической активности; *спектрометр ближнего инфракрасного* (1.0–1.7 мкм) и *ультрафиолетового диапазонов* (118–320 нм) для исследования атмосферы методом просвечивания; *длинноволновый радар-высотомер* (альтиметр, работающий в диапазоне 1.2–5.5 МГц, глубиной просвечивания до 5 км) обнаруживает подповерхностные воду и лед, определяет толщину полярных шапок и зондирует ионосферу; *анализатор плазмы* (0.001–20 кэВ) и *нейтральных атомов* (0.1–60 кэВ) для изучения процессов взаимодействия солнечного ветра с атмосферой, измерения характеристик плазмы и энергичных частиц вблизи планеты; *аппаратура для проведения радиоэксперимента*.

25 декабря 2003 г. после тормозного импульса

станция должна выйти на орбиту Марса высотой 258×11560 км, периодом обращения 7.5 ч и наклоном 86.3°. Согласно программе, за 5 сут до торможения от АМС отделится посадочный аппарат "Бигль-2" массой 60 кг ("Бигль" – корабль, на котором Ч. Дарвин в 1831–36 гг. совершил кругосветное плавание), войдет в атмосферу со скоростью менее 7 км/с, затормозится за счет аэродинамического экрана. После сброса экрана, аппарат произведет парашютный спуск, окончательно тормозится с помощью надувных амортизаторов, которые потом отделятся на поверхности. "Бигль-2" оснащен двумя панорамными стереокамерами, Мессбауэра и рентгеновскими спектрометрами для определения элементного состава грунта, метеокомплексом (датчики ветра и температуры), микроскопом и буровым устройством для изучения грунта. Последнее укреплено на манипуляторе и состоит из скребка, микроскопа и "механического крота". "Механический крот" представляет собой углубляющийся в грунт снаряд длиной 25 см. Место посадки – равнина Исида с координатами 10.6° с.ш. и 270° з.д. Предполагалось, что за 180 сут "Бигль-2" изучит минеральный состав и физико-механические свойства грунта, определит наличие воды и органических веществ. Научную программу подготовили ученые Франции, Англии, Бельгии, Германии, Италии, России,

США, Швеции и других стран – партнеров ESA. Научный руководитель проекта – доктор Р. Шмидт. Стоимость миссии – 300 млн. евро.

12. "МЭР-1 и -2" ("MER-1/2", США). 10 июня в 17 ч 58 мин 47 с и 25 июня 2003 г. в 16 ч 27 мин 31 с с космодрома Канаверал с помощью РН "Delta-2" стартовали американские АМС "MER-1/2" (Mars Exploration Rover – исследовательские марсоходы). Запуск двух идентичных станций призван увеличить надежность программы изучения красной планеты. Станции должны достигнуть Марса 4 и 25 января 2004 г. соответственно. Главная цель проекта – выяснение происхождения и эволюции воды, ее роль в геологии и климате планеты. Предстоит по ходу движения марсоходов изучать различные типы пород и грунта, следы воздействия водяных потоков, распределение и состав минералов на поверхности, геологические процессы и залегание воды, определять ее пригодность для жизни. Запланировано 28 экспериментов.

На "MER" нет посадочной станции, в отличие от АМС "Mars Pathfinder" (Земля и Вселенная, 1997, № 4; 1998, № 3; 2000, № 4), спускаемый аппарат которой содержал посадочную станцию и марсоход "Sojourner". Перелетная ступень диаметром 2.65 м и высотой 1.6 м, массой 1077 кг (в том числе посадочное устройство – 370 кг, хвостовой обтекатель –

209 кг, лобовой экран и парашютная система – 84 кг и топливо для коррекции полета – 45 кг) оснащена панелями солнечных батарей мощностью 0.6 кВт, звездными и солнечными датчиками системы ориентации и навигации, двигательной установкой для коррекции траектории перелета к Марсу, всенаправленной (скорость передачи данных – 10 бит/с) и малонаправленной (512 бит/с) антеннами системы связи. Управление полетом осуществляется компьютерами марсоходов.

На трассе полета запланировано шесть коррекций, за 76–56 мин до посадки станции ориентируются лобовым экраном вперед. Программа спуска обеих станций одинакова. Спускаемые аппараты входят в атмосферу на высоте 128 км под углом 11.5° при скорости 5.4 км/с за 6 мин до посадки. По графику торможение длится 4 мин, за 102 с до посадки по сигналу акселерометра вводится парашют диаметром 15 м, через 20 с сбрасывается лобовой экран, а через 10 с посадочная ступень спускается на тросе на 20 м ниже хвостового обтекателя, включается посадочный радиолокатор (на высоте 2.4 км за 35 с до касания с поверхностью Марса). Камеры делают три снимка, чтобы определить горизонтальную скорость; на высоте 284 м надуваются посадочные амортизаторы (баллоны), через 3 с при скорости 23 м/с включа-

ются три тормозных двигателя, на высоте 10–15 м они выключаются, и аппарат падает на поверхность. Контейнер с марсоходом какое-то время будет подпрыгивать, расстояние от места посадки до успокоения может составить 1 км. Затем он остановится примерно через 66 мин после посадки, амортизаторы сдуются и втянутся в контейнер, в течение двух часов раскроются четыре лепестка посадочного устройства. В первые сутки марсоходы раскроют панели солнечных батарей, приведут в действие аппаратуру и в рабочее положение ходовую часть шасси, сделают первые снимки поверхности (включая цветные панорамы) навигационными камерами и стереокамерой. После этого марсоходы сойдут на грунт и начнут перемещаться по поверхности.

Марсоходы "Spirit" (дух) и "Opportunity" (возможность) массой по 179 кг, длиной 1.6 м и шириной 2.3 м (с развернутыми панелями солнечных батарей общей площадью 1.3 м² и мощностью 140 Вт), высотой 1.5 м несут 6 научных приборов. На штанге высотой 1.3 м, которая поворачивается вокруг своей оси на 360° и в вертикальной плоскости на $\pm 90^\circ$, разместились *цветная панорамная камера* разрешением 1' (два объектива разнесены на 30 см, поле зрения 16.8 × 16.8°, фокусное расстояние 38 мм) со светофильтрами и ПЗС-ма-

трицей, а также *широкоугольная навигационная стереокамера* и *термоэмиссионный спектрометр*, определяющий минеральный состав грунта и детали рельефа. Четыре инструмента для детального исследования образцов пород размещены на манипуляторе длиной 1.5 м: *альфа-протонно-рентгеновский* и *Мессбауэра спектрометры*, *камера-микроскоп* с фокусным расстоянием 20 мм (поле зрения 31 × 31 мм) и *шлифовальное устройство* для очистки образцов от пыли. Кроме того, на каждом марсоходе установлены *три магнитные ловушки* для изучения магнитных свойств частиц пыли. Марсоходы с шестиколесным шасси диаметром 26 см на подвеске могут пройти до 600 м (максимальный суточный переход до 40 м со скоростью не выше 5 см/с) и исследуют состав марсианских пород. Самоходные аппараты оснащены *манипулятором* для взятия грунта и *шлифовальным инструментом* для изучения образцов породы. Через остронаправленную антенну они могут передавать данные со скоростью более 11 кбит/с, половина информации будет поступать через спутники-ретрансляторы "Марс Одиссей", "Марс Глобал Сервейер" и, возможно, "Марс Экспресс". По программе в течение 90 сут марсоходы должны исследовать геологическое строение поверхности, минеральный и физико-химический со-

став грунта, определять наличие воды. Выбраны места посадки марсоходов: в кратере Гусев (русский астроном М.М. Гусев (1826–1866) в долине Маадим (15° ю.ш. и 175° в.д.) и на равнине Меридиана (2° ю.ш. и 5° в.д.).

АМС созданы Лабораторией реактивного движения (JPL) в Пасадене (шт. Калифорния). Научный руководитель проекта – доктор С. Сквайрс из Корнельского университета. Стоимость миссии – 800 млн. долларов.

Запуски научных спутников*

1. "Кориолис" ("Coriolis", США) запущен 6 января 2003 г. ракетой-носителем "Titan-2" в 14 ч 18 мин с космодрома Ванденберг (шт. Калифорния). РН вывела спутник на орбиту высотой 276 × 849 км, наклоном 98.7° и периодом обращения 1 ч 35.9 мин. 9–18 января КА выполнил несколько маневров и вышел на рабочую орбиту высотой 829.8 × 839.2 км, наклоном 98.7° и периодом обращения 1 ч 41.6 мин.

ИСЗ "Кориолис" (назван в честь французского ученого-механика Г. Кориолиса (1792–1843) обеспечивает специалистов NASA, Министерство обороны и NOAA (Национальное управление по океанам и атмосфере) данными о солнечном и атмосферном ветре для более точного прогноза погоды и разработки нового поколения спутников наблюдения окружаю-

* Продолжение. Начало см.: 1996, № 3; 1997, № 2; 2000, № 4; 2001, № 5; 2002, № 1; 2003, № 1.

щей среды. Установленная на спутнике аппаратура ведет постоянные наблюдения за динамикой земной атмосферы и солнечной короны. Совместная миссия создателей КА – Управления Программы космических испытаний Министерства обороны, Командования космических и морских боевых систем и Научно-исследовательской лаборатории ВВС США – призвана с высокой точностью определять скорость и направление ветра с использованием метода микроволновой поляризационной радиометрии, оперативно предсказывать геомагнитные бури.

Блок научной аппаратуры, выполненный в виде “клетки Фарадея”, полностью экранирован алюминиевыми сотами. “Кориолис” оснащен двумя приборами. *Пассивный радиометр* WindSat (ветер-спутник) с антенной диаметром 1.9 м измеряет поляризацию микроволнового излучения, генерируемого океаном, для определения скорости и направления ветров. Поляризационный микроволновый радиометр с высокочувствительным приемником (работает в диапазоне 6.8–37 ГГц) “просвечивает” пограничный слой между атмосферой и океаном. Антенный блок радиометра вращается с частотой 29 об/мин относительно неподвижной части КА. *Датчик SME* (Solar Mass Ejection Imager – изображение выбросов солнечных масс) фотографирует выбросы вещества из солнечной короны. Кроме трех оптических камер

и блока обработки данных, датчик оснащен рефлектором обзора “холодного неба”. Прибор наблюдает всю небесную сферу за один виток, прослеживая движение корональных выбросов и предупреждая за трое суток возникновение геомагнитных возмущений. С его помощью астрофизики изучат процессы на Солнце и смогут обнаруживать подлетающие к Земле астероиды. В начале 2004 г. на основе снимков SME предполагается создать полную карту неба.

Спутник диаметром 3 м и высотой 6.9 м разделен на служебный и приборный отсеки, его масса 817 кг, из них масса научной аппаратуры 340 кг. В верхней части КА установлены приборы, в нижней – системы ориентации, хранения, обработки и передачи информации, связи и энергопитания (панели солнечных батарей мощностью 1174 Вт). Бортовой компьютер с объемом оперативной памяти 128 Мбайт записывает информацию емкостью до 30 Гбит, передает ее на Землю один раз за виток со скоростью до 51.2 Мбит/с. “Кориолис” оснащен системой навигации со звездной коррекцией и трехосной системой стабилизации на базе силовых маховиков. С помощью глобальной навигационной системы GPS определяются пространственное положение КА с точностью до 100 м и скорости перемещения на орбите (10 см/с). Изготовила и испытала спутник американская компания Spectrum

Astro. Срок работы ИСЗ “Кориолис” – 3 года. Стоимость проекта – 224 млн. долларов.

2. “Чипсат” (“CHIPSat”, США) запущен 11 января 2003 г. в 0 ч 45 мин с космодрома Ванденберг с помощью РН “Delta-2”. Спутник вышел на полярную орбиту высотой 583.8 × 593.7 км, наклонением 94.01° и периодом обращения 96.46 мин. Он стал первым космическим аппаратом NASA “университетского класса”, так как его приборы созданы Космической научной лабораторией Университета Калифорнии в Беркли. Изготовлен этот КА компанией SpaceDev (г. Поуэй, шт. Калифорния).

Главная задача “CHIP-Sat” (Cosmic Hot Interstellar Spectrometer Satellite – спутник со спектрометром, измеряющим горячий межзвездный газ) – изучение горячего и очень разреженного газа в области 300 св. лет вокруг Солнечной системы. Температура газа доходит до 1 млн. К, а его плотность – всего 1 тыс. молекул на 1 м³, что на три порядка меньше обычного межзвездного газа. Вероятно, это область возникла в результате взрыва сверхновой 2 – 10 млн. лет назад, расширяющимся раскаленным плазменным пузырем из нее “выдуло” большую часть газа и пыли. Излучаемая газом энергия распространяется на коротких волнах и обнаруживается в ультрафиолетовом диапазоне (длина 170 Å). Информация о процессе остывания межзвездного

газа, содержащаяся в данном спектре, позволит узнать о развитии галактик. Газ исследовать проще, так как центр "пузыря" находится недалеко от нас. За время миссии (более года) предполагается изучить историю эволюции района, распределение в нем газа и структуру пространства.

На микроспутнике "Чипсат" размером $1 \times 1 \times 0.5$ м и массой 60 кг, установлен *спектрограф*. Панель солнечной батареи мощностью 42 Вт расположена перпендикулярно полю зрения спектрографа, который картографирует всю небесную сферу в диапазоне 160–260Å с выдержкой более 10 ч и охватом площади $5 \times 26.7^\circ$. Стоимость проекта – около 18 млн. долларов.

3. "СОРСЭ" ("SORCE", США). 25 января 2003 г. в 20 ч 14 мин с борта самолета-носителя L-1011 над Атлантическим океаном запущена РН "Pegasus-XL". Ракета вывела спутник на круговую орбиту высотой 615.4×647.7 км, наклоном 40.01° и периодом обращения 97.23 мин.

Малый научный спутник "SORCE" (источник, Solar Radiation and Climate Experiment – эксперимент по изучению взаимосвязи солнечной радиации и климата) исследует солнечно-земные связи, ежедневно измеряя интенсивность и спектр солнечной радиации в различных диапазонах – от ультрафиолетового до ближнего инфракрасного. Видимое и инфракрасное излучения определяют энергетический

баланс плотных слоев атмосферы. "SORCE" оснащен четырьмя приборами: *мониторами* полной и спектральной интенсивности падающего излучения, *аппаратурой сравнения интенсивности* падающего солнечного и звездного излучений, *фотометром крайнего ультрафиолета*. Данная миссия объединяет две научные программы: эксперимент по сравнению интенсивности падающего солнечного и звездного излучений; исследование изменчивости атмосферы под воздействием Солнца.

Форма спутника – шестигранная призма диаметром 1.1 м и высотой 1.6 м (длина раскрытых солнечных батарей мощностью 348 Вт – 3.39 м), масса – 315 кг. Научную программу подготовили ученые NASA, Лаборатории атмосферной и космической физики Университета Колорадо в Боулдере, Центра космических полетов им. Р. Годдарда (шт. Мэриленд). Предполагается, что "SORCE" в течение двух лет сможет с точностью до 0.001% в год измерять солнечное излучение в атмосфере, что позволит предсказывать "поведение" Солнца и изменение климата на Земле. Стоимость проекта – около 20 млн. долларов.

4. "ГАЛЕКС" ("GALEX", США) запущен 28 апреля 2003 г. ракетой-носителем "Pegasus" с самолета-носителя L-1011 Stargazer над Атлантическим океаном в 11 ч 59 мин 55 с. Спутник выведен на расчетную орбиту высотой 686×692 км, наклонени-

ем 28.99° и периодом обращения 98 мин.

Астрофизическая обсерватория "GALEX" (Galaxy Evolution Explorer – исследователь эволюции галактик) должна выполнить обзор и спектроскопию галактик в близком к красному смещению спектре, что позволит проследить 80% эволюции Вселенной. ИСЗ создан в рамках проекта NASA "Структура и эволюция Вселенной" и решает следующие задачи: измеряет характеристики галактик в ультрафиолетовом диапазоне, скорость звездообразования и вспышек; определяет место и время образования тяжелых химических элементов в космосе, факторов и механизмов звездообразования в галактиках. Необходимо сравнить характеристики близко существующих сейчас галактик с далекими древними.

На спутнике установлен *телескоп Риччи-Кретьена* с асферической коррекцией (для увеличения поля зрения) и набором детекторов. Диаметр основного гиперболического зеркала – 50 см, вторичного – 22 см. Расстояние между зеркалами (70 см) неизменно благодаря использованию сплава инвар с нулевым коэффициентом расширения. Фокусное расстояние – 3 м, поле зрения телескопа – 1.2° , относительное отверстие – 1:6, разрешение – 5". Свет от вторичного зеркала пропускается через одно из окон вращающегося колеса фильтров диаметром 43 см. Пройдя через окно или решетку, свет попада-

ет на кристалл, пропускающий только ближний ультрафиолет (175–280 нм). Излучение регистрирует детектор диаметром 6.5 см, эффективной площадью 44 см² (съемка) и 39 см² (спектроскопия). Даже на яркие звезды телескоп не может быть направлен из-за высокой чувствительности детекторов! За время работы предполагается создать каталог ГАЛЕКС, куда войдут около 10 млн. точечных источников (звезды) и 100 тыс. протяженных (галактики), а также до 1 млн. спектров (суммарный объем полученных данных оценивается в 30 Тбайт).

В верхней части обсерватории диаметром 1.1 м и высотой 2.0 м (длина двух раскрытых солнечных батарей мощностью 290 Вт – 2.8 м, общая площадь – 3 м²) установлен телескоп. Масса КА – 312 кг, из них масса научной аппаратуры 125 кг. Система терморегулирования обеспечивает тепловой режим оптики телескопа в пределах от 0° до +27°C. Система ориентации нацеливает на объект наблюдения с точностью 0.15". Система связи по высокоскоростному каналу передает информацию со скоростью 28 Мбит/с при пропускной способности 2 Мбит/с, емкость бортового запоминающего устройства – 24 Гбайт. Аппарат построен американ-

ской компанией Orbital Sciences Corp., телескоп создан Лабораторией реактивного движения (JPL). Научный руководитель проекта – К. Мартин из Калифорнийского технологического института. Программа работ "GALEX" рассчитана на 2.5 года. Стоимость проекта – 103.7 млн. долларов.

5. "МОСТ" ("MOST", Канада) стартовал 30 июня 2003 г. в 14 ч 15 мин 26 с с космодрома Плесецк. Российская ракета-носитель "Рокот" с разгонным блоком "Бриз-КМ" вывела ИСЗ на солнечно-синхронную орбиту высотой 822.5 × 823.1 км, наклонением 98.72° и периодом обращения 101.47 мин. Эта орбита позволяет непрерывно наблюдать звезды не менее 60 сут со склонением от –19° до +36°. Это самая маленькая космическая обсерватория с телескопом на борту (0.94 × 0.79 × 0.25 м).

Микроспутник "MOST" (Microvariability & Oscillations of STars – микроизмерения и колебания звезд) проводит сверхточные измерения вариаций светимости звезд, определяет их возраст, находит у других звезд планеты класса Юпитера и определяет состав их атмосфер. Цель миссии – обнаружение акустических колебаний светимости у солнцеподобных звезд, исследование их

сейсмологии, структуры, состава и возраста, а также турбулентных изменений в массивных звездах. На КА массой 60 кг установлен телескоп (диаметр основного зеркала 0.15 м, камера с двумя ПЗС-матрицами). Телескоп снабжен широкополосным фильтром, пропускающим свет в диапазоне 350–700 нм. Камера оборудована набором микролинз Фабри, формирующими очень устойчивое изображение звезды при сверхточных фотометрических измерениях (10⁻⁶ от полной яркости источника). Длительность экспозиции может достигать трех месяцев, поэтому за год можно наблюдать лишь 12 звезд. Создали обсерваторию компания Dynacon Enterprises Ltd. (Миссисауга, провинция Онтарио, Канада) и радиолюбительская спутниковая корпорация AMSAT. Канадское космическое агентство потратило на проект около 18 млн. долларов.

С.А. ГЕРАСЮТИН

По материалам NASA, JPL, ESA, Astrium, ISAS, NASDA, Университета Калифорнии в Беркли, Центра космических полетов им. Р. Годдарда (шт. Мэриленд) и журналов "Spaceflight", "Sky and Telescope", "Planetary Report", "Новости космонавтики" за 2002–2003 гг.

Мосты между различными частями Вселенной

А. А. ШАЦКИЙ,

кандидат физико-математических наук

Астрокосмический центр Физического института РАН

В последние несколько лет заметно возросло количество научных публикаций по релятивистской астрофизике, посвященных загадочному космическому объекту *wormhole* ("червячная нора"). Многим российским авторам такое название не нравится, поэтому мы будем использовать термин "мост", предложенный еще А. Эйнштейном и Н. Розеном в 1935 г. Теоретически эти объекты позволяют перемещаться из одной части Вселенной в другую.

Рост научного интереса к мостам вызвали, на мой взгляд, два фактора:

– колоссальные достижения в области численного моделирования многомерных структур, позволяющие решать многие задачи релятивистской астрофизики, которые нельзя

решить аналитическими методами;

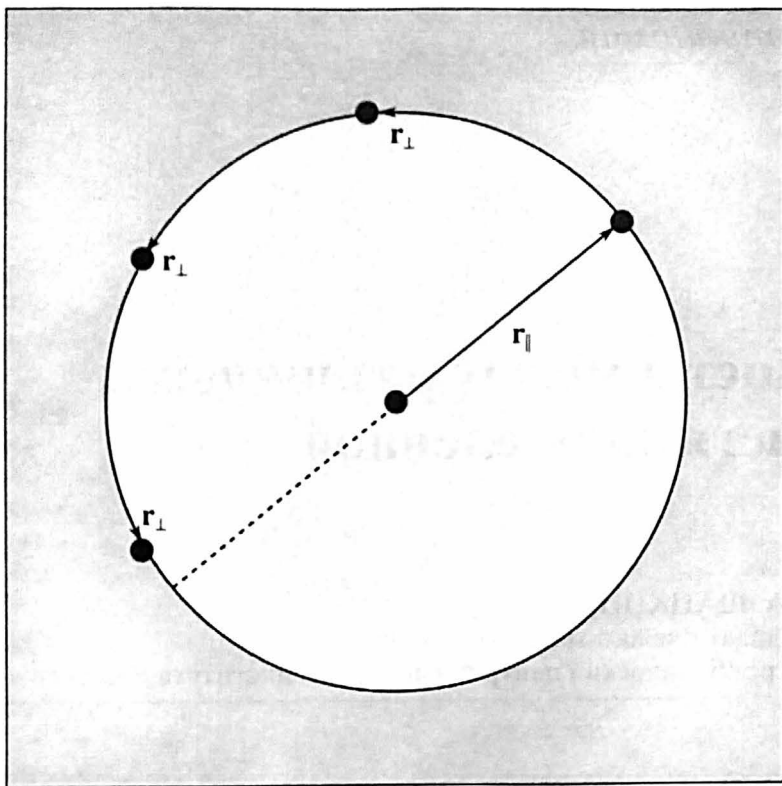
– обсуждение в научном мире возможности существования машины времени.

Не будем обсуждать спекуляции, касающиеся второго фактора, а постараемся изложить суть физики мостов, ее прямую связь с теорией гравитации и физикой *черных дыр*. При этом обратимся к **общей теории относительности** (ОТО), которая считается простейшей теорией гравитации, неопровержимой на сегодняшний день. Она одна из тех, в которой существуют решения для мостов.

СФЕРИЧЕСКИ-СИММЕТРИЧНЫЕ СИСТЕМЫ

Вид решения уравнений ОТО зависит от симметрии системы, уравнения состояния материи (зависимость давления от плотности энергии или массы) и на-

чальных условий, наложенных на движение и распределение материи. Уравнение состояния реальных тел, например звезд и планет, нелинейно и достаточно сложно. В рамках ОТО для них могут быть получены только численные решения. Поэтому мы будем рассматривать наиболее простые для аналитического исследования сферически-симметричные системы, в которых все величины зависят только от времени и радиуса. Тем не менее даже для такой системы точное решение найдено в единичных случаях. Это, скажем, пылевидная материя (давление равно нулю) и вакуумный конденсат, то есть вакуумная составляющая Вселенной (давление отрицательно и равно по величине плотности энергии). Предполагается, что такое уравнение состояния материи было доминирующим на самой



Сферически-симметричная система в пространстве Минковского с координатами $r_{||}$ и $r_{\perp}$. В неискривленном пространстве связь координат $r_{||}$ и $r_{\perp}$ определяется связью длины окружности с радиусом.

начальной стадии развития Вселенной после Большого взрыва.

В случаях более реалистичных, когда давление пропорционально плотности энергии с положительным коэффициентом пропорциональности, например идеальный газ фотонов (описывается уравнением состояния с коэффициентом $1/3$), точного решения нет, а есть, так же как для звезд и планет, только численное решение.

ВОЗНИКНОВЕНИЕ ЧЕРНЫХ ДЫР

Напомним, как возникают черные дыры, поскольку похожий процесс должен происходить при образовании мостов. Представим пустое пространство Минковского (обычное евклидово пространство

плюс время), в которое помещена сферически симметричная система. Из центральной точки этой системы проведем лучи во всех направлениях. Расстояния вдоль лучей будем измерять с помощью координаты $r_{||}$, а расстояния вдоль окружностей с помощью координаты $r_{\perp}$. Очевидно, что связь длины $r_{||}$ с длиной $r_{\perp}$ определяется связью длины окружности с ее радиусом:

$$r_{||} = r_{\perp} = l/(2\pi).$$

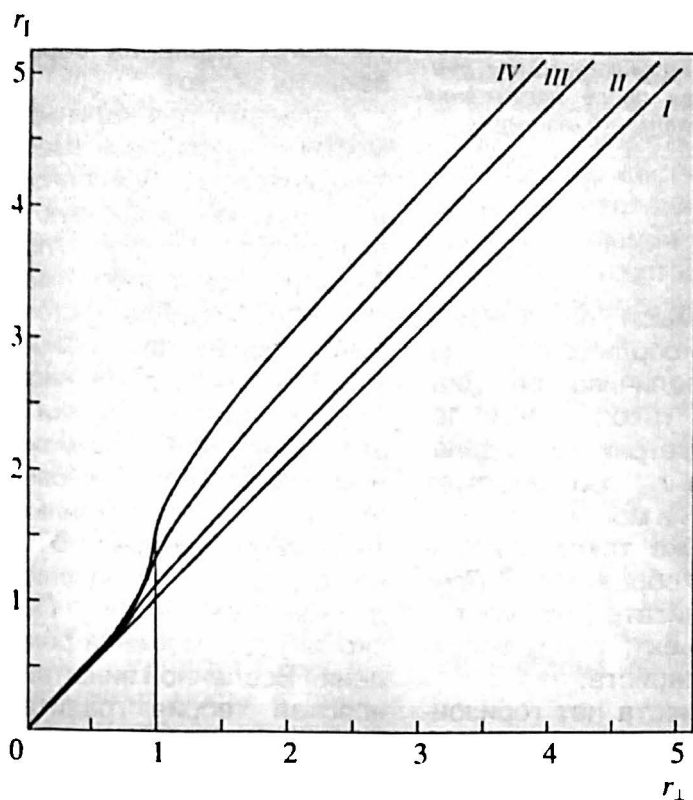
Но это верно только в неискривленном пространстве.

Теперь поместим в центр системы небольшую массу, например планету, подобную Земле. Под "небольшими" мы будем понимать такие тела, на поверхности которых ньютоновский гравитационный

потенциал много меньше квадрата скорости света (c^2). Для Земли он составляет $\phi \sim 10^{-9}c^2$, для Солнца $\phi \sim 10^{-5}c^2$, для пульсара (нейтронная звезда с массой около массы Солнца) $\phi \sim 0.5c^2$. Тогда система с массой в центре уже не будет обладать свойством $r_{||} = r_{\perp} = l/(2\pi)$. Это равенство нарушится с относительной погрешностью порядка гравитационного потенциала (в единицах квадрата скорости света $\text{км}^2/\text{с}^2$).

Зависимость $r_{||}$ от $r_{\perp}$ наглядно представлена диаграммами. Как видно из диаграмм, такое нарушение симметрии ($r_{\perp}$ относительно $r_{||}$), предсказанное Эйнштейном и затем проверенное во многих экспериментах, связано с искривлением пространства-времени тяготеющей материей. По мере увеличения массы центрального тела гравитация искривляет пространство, вытягивая его вдоль лучевых направлений. Пространство не может выдержать неограниченную массу в ограниченном объеме и готово превратиться в черную дыру, если масса превышает некоторый предел. Границу черной дыры называют горизонтом событий (Земля и Вселенная, 2003, № 6).

Ситуация, когда угол наклона кривой зависи-



мости $r_{||}(r_{\perp})$ к оси абсцисс увеличивается до 90° , будет предельным искривлением геометрии. Этому положению соответствует нулевое приращение координаты $r_{\perp}$ при ненулевом приращении координаты $r_{||}$. Расчеты показывают, что этот предел не достигается: коллапс звезды происходит раньше — примерно при $\varphi \sim 0.5c^2$. После коллапса звезды в черную дыру координата $r_{||}$ становится мнимой. Однако это не физическая, а математическая особенность на горизонте черных дыр, которой можно избежать простым преобразованием координат. Физическое же проявление горизонта — чудовищные силы гравитации, не позволяющие вырвать-

ся за его пределы даже световым квантам — фотонам. Более того, из-под горизонта не может быть получено никакой информации. Причем все тела, падая, проносятся через горизонт со скоростью света. Это не противоречит положению о недостижимости телами скорости света. Поскольку, чтобы измерить их скорость на горизонте, мы должны поместить на нем детектор, но силы гравитации не дадут возможности удержать его там никаки-

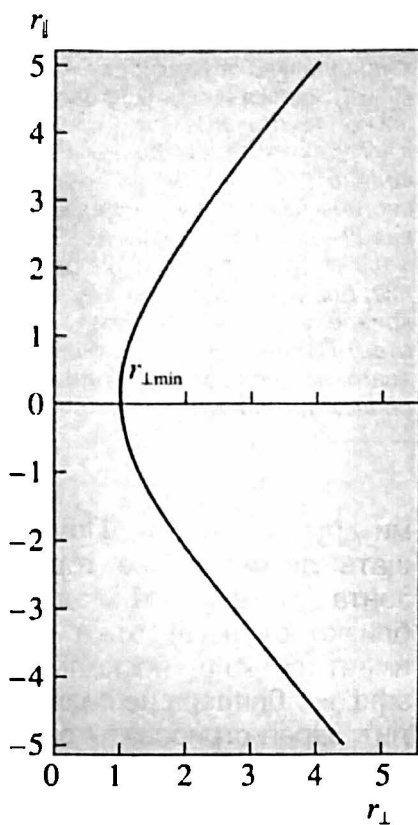
Зависимость $r_{||}$ от $r_{\perp}$ при разных значениях ньютоновского потенциала φ на поверхности тела ($r_{\perp} = 1$): кривая I — $\varphi = 0.1c^2$ (визуально неотличима от прямой $r_{||} = r_{\perp}$, соответствующей $\varphi = 0$); кривая II — $\varphi = 0.5c^2$ (в центре системы нейтронная звезда); кривая III — $\varphi = 0.9c^2$; кривая IV — $\varphi = 0.99c^2$ (характеризует положение, близкое к предельному искривлению геометрии пространства). Положения III и IV, скорее всего, не достигаются. Коллапс происходит раньше.

ми другими силами. Поместить детектор вне горизонта (даже сколь угодно близко от него) тоже не имеет смысла, поскольку эффект Доплера не позволит зарегистрировать сигнал с горизонта.

Какие же объекты готовы сколлапсировать и всегда ли образуется черная дыра? В нашем случае искривление пространства пренебрежимо мало для звезд и планет, и только у нейтронных звезд оно играет значительную роль. Это видно на диаграмме (кривая II). Нейтронная звезда (пульсар) — один из пределов. Ее масса — порядка массы Солнца, а радиус порядка 10 км, при этом средняя плотность вещества нейтронной звезды близка к плотности атомного ядра ($\sim 10^{13}$ г/см³).

Пространство, искривленное тяготеющей материей.





Зависимость координат ($r_{||}$ от $r_{\perp}$) в случае моста. С уменьшением координаты $r_{||}$ координата $r_{\perp}$ увеличивается после достижения своего локального минимума.

ский смысл ее поясним позже) координата $r_{\perp}$ начинает увеличиваться. Диаграмма такого искривления геометрии в координатах $r_{||}$ и $r_{\perp}$, соответствует топологии моста.

Что же такое мост, и как он образуется? Принято считать, что мост — это объект, обладающий рядом свойств:

- у моста нет горизонта, то есть проходящие через него тела не могут достигать скорости света и должны оставаться в поле зрения внешнего наблюдателя;

- у моста есть самый узкий участок, где координата $r_{\perp}$ минимальна. Этот участок называют горловиной моста, а $r_{\perp min}$ — радиусом горловины (соответствует особой точке на диаграмме). Координату $r_{||}$ принято отсчитывать от горловины — положительное направление в сторону нашей части Вселенной, отрицательное — в противоположную;

- тела могут проходить через горловину моста в обоих направлениях;

- геометрия с разных сторон горловины моста может отличаться друг от друга (разная зависимость $r_{||}$ от $r_{\perp}$). Мост может соединить два разных участка одной Вселенной (топология похожа на “дверную ручку”).

Возможны два гипотетических сценария образования мостов.

Сценарий тривиальный: мосты образовались вместе с рождением Вселенной и до сих пор существуют, представляя собою глобальную топологию (геометрию) Мира. Для мостов, соединяющих два разных участка одной Вселенной (подобие “дверной ручки”), это единственно возможный сценарий возникновения, так как современные теоремы геометрии ОТО не допускают нарушения данной топологии. Поскольку для момента рождения Вселенной эйнштейновская теория гравитации неприменима (должна действовать недостроенная в настоящее время теория квантовой гравитации), то вопрос о том, как именно получилась такая топология, пока неразрешим. Отсюда вывод — новые “дверные ручки” не могут появиться во Вселенной.

Сценарий динамический: мосты образовались как “отростки” или “отпочкования” от нашей Вселенной.

Сначала накапливающаяся (под действием сил самогравитации) материя прогибает пространство. Потом ее становится достаточно, чтобы предельно искривить геометрию в некотором радиусе. Материя начинает “раздувать” пространство аналогично его раздуванию вакуумным конденсатом в расширяющейся Вселенной вследствие отрицательности давления. При этом не должно возникать горизонта, ана-

Однако существует и альтернативная черной дыре форма искривления физического пространства, которое прогибается тяжелой материей. Это топология (геометрия) моста.

МОСТЫ

До сих пор мы рассматривали случаи искривления пространства, когда при уменьшении координаты $r_{||}$ координата $r_{\perp}$ тоже уменьшалась. Если в центре системы находится черная дыра, то на ее горизонте координата $r_{||}$ становится мнимой, то есть в таких координатах мы уже не можем работать под горизонтом. Однако существуют статичные решения систем уравнений ОТО, при которых с уменьшением координаты $r_{||}$ после прохождения особой точки (физиче-

логичного черной дыре. Появившаяся "почка" самостоятельно эволюционирует, расширяется и рождает новую часть Вселенной, связанную с нашей через горловину моста. Вероятные зависимости $r_{||}(r_{\perp})$ у "отпочковывающегося" моста в последовательные моменты эволюции представлены диаграммами (стр. 46).

Попробуем ответить на вопрос: какими свойствами должна обладать материя моста? Исследования показывают, что обычная материя не может обеспечить стабильную конфигурацию, удовлетворяющую условиям моста в рамках общей теории относительности. Причина этого кроется в уравнении состояния материи. Стоит отметить, что у обычной материи внутреннее давление в направлении радиуса $r_{||}$ равно давлению в направлении $r_{\perp}$, то есть $P_{||} = P_{\perp}$. Материю, для которой это равенство не выполняется, мы будем называть "экзотической".

Пример – решетка анизотропного кристалла, где давление вдоль различных осей кристалла будет разным.

Исследования показывают, что мосты могут существовать только при сильно анизотропном и жестком уравнении состояния. Если предположить линейную зависимость давлений от плотности энергии ϵ : $P_{||} = \epsilon \cdot w_{||}$, $P_{\perp} = \epsilon \cdot w_{\perp}$, где $w_{||}$ и $w_{\perp}$ – постоянные коэффициенты, то на эти коэффициенты должно быть наложено следующее условие:

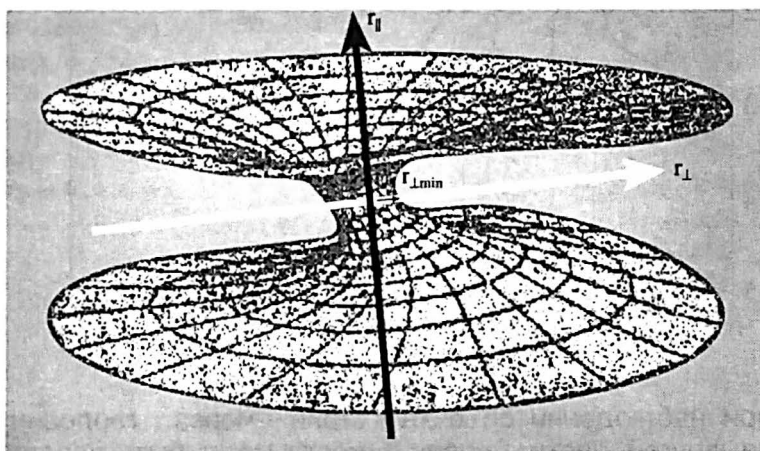
$1 \leq -w_{||} < 2 w_{\perp}$. Анизотропная и сверхжесткая материя, удовлетворяющая этим неравенствам, называется *сверхэкзотической*. Самым жестким уравнением состояния обладает неизменяемая часть вакуумной составляющей Вселенной (Λ -член): $P = -\epsilon$, но при этом $w_{||} = w_{\perp} = -1$, то есть отсутствует свойство анизотропности, необходимое для существования мостов.

Получается, что ни кристаллы, ни Λ -член не подходят на роль материи, образующей мосты. Более того: пока в природе не найдена сверхэкзоти-

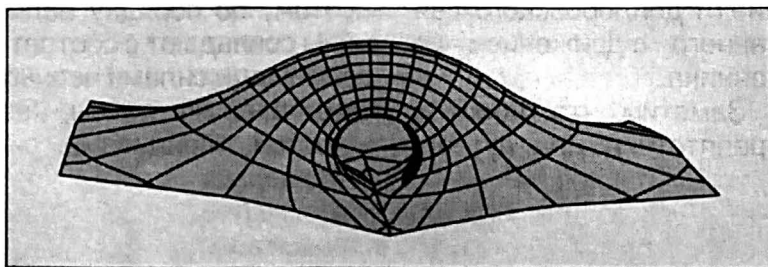
ческая материя, удовлетворяющая необходимым свойствам. Да и сами мосты пока тоже не обнаружены во Вселенной.

МОЖНО ЛИ НАБЛЮДАТЬ МОСТЫ?

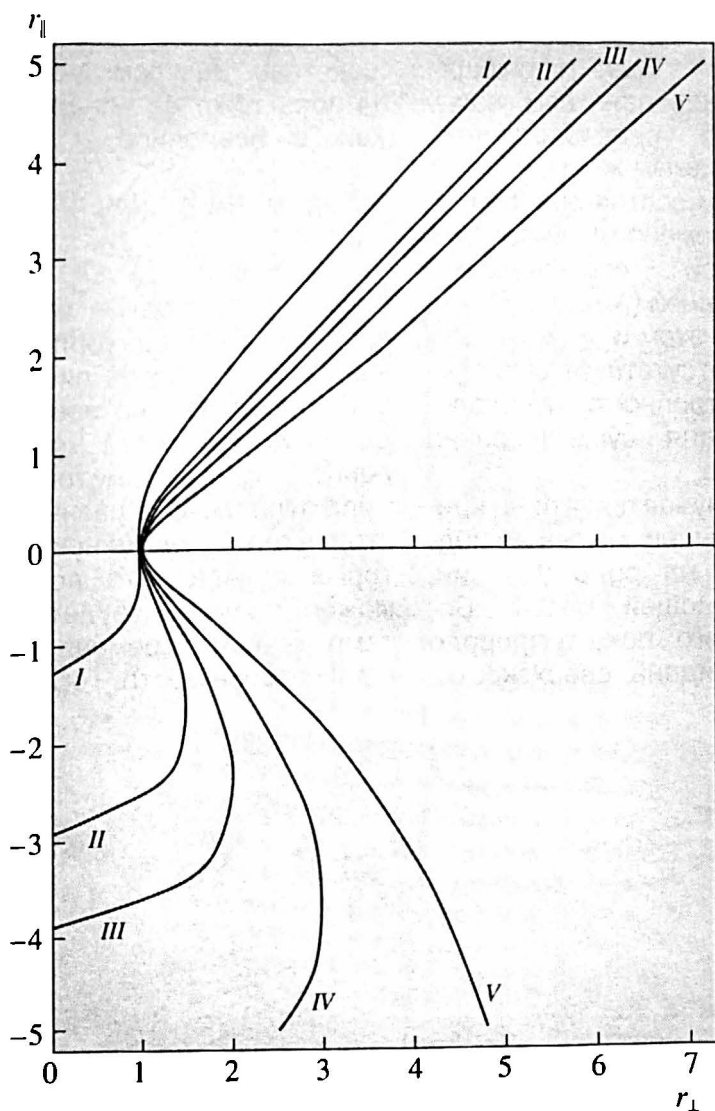
"Самое простое" – это наблюдать через горловину моста какие-либо объекты, например звезды из другой части Вселенной. Если геометрия мира отличается с разных сторон горловины (в некоторых случаях это возможно), то разным будет и темп течения времени с обеих сторон моста. Тогда



Сферически-симметричный мост, соединяющий две разные части Вселенной. $r_{\perp \min}$ – горловина моста.



Мост в виде "дверной ручки", соединяющий две удаленные части одной и той же Вселенной.



Вероятная зависимость координаты $r_{||}$ у "отпечковавшегося" моста. Кривые I–V показывают последовательные моменты его эволюции.

при наблюдении объекта из другой части Вселенной в световых сигналах, проходящих через горловину, появится красное смещение. Трудность состоит в том, чтобы отличить такое красное смещение от доплеровского, связанного с движением источника.

Заметим, что одним из препятствий для путеше-

ствия через горловину моста могут быть приливные силы, которые становятся причиной разрушения тел, попадающих внутрь черных дыр. Приливные силы зависят от кривизны пространства и поэтому по порядку величины совпадают с соответствующими силами черных дыр такой же массы, как у мостов. Приливные си-

лы, действующие на тело массы m и размера l , разрывают его, они пропорциональны производной от гравитационных сил. На горизонте черных дыр они равны: $m \cdot l \cdot c^2 / r_g^2$, где $r_g = 2GM/c^2$ – радиус горизонта, m и l – масса и размер падающего тела, M – масса черной дыры. В случае моста эти силы достигают максимума на горловине, поэтому r_g заменим на радиус горловины моста $r_{\perp \min}$. Если масса моста достаточно велика (миллиарды $M_{\odot}$, как у некоторых квазаров), то через его горловину без разрушений могут пролетать не только макроскопические объекты, но и звезды вроде нашего Солнца. Возможно, что человек, промчавшись по такому мосту, ничего не почувствует, настолько слабы в нем будут приливные силы. К тому же, если учесть, что мост резко сократит расстояние и время путешествия для космонавта, то можно понять, почему эти фантастические пока объекты вызывают такой огромный интерес не только у теоретиков, но и просто у любознательных людей.

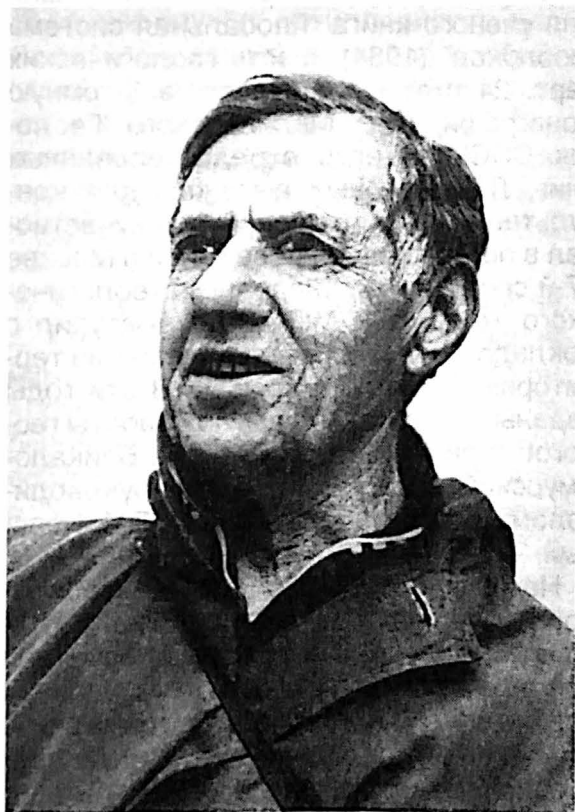
Лев Исаакович Красный

Ровно 70 лет назад, в 1933 г., на геологической съемке нефтеносных участков Сахалина начал работать студент ленинградского Горного института Лев Красный. С тех пор и по сей день продолжается его научная деятельность, хотя выдающийся российский геолог, член-корреспондент РАН, лауреат Ленинской и Государственной премий, профессор Л.И. Красный “разменял” уже десятый десяток жизни. Особенность этой жизни – постоянное творчество, не ослабевающая с возрастом научная плодотворность в той от-

расли науки, которую он избрал в юности. Почти 65 лет (с перерывом на четыре года Отечественной войны) он работает во Всероссийском Государственном геологическом институте им. А.П. Карпинского (Санкт-Петербург), продолжающем традиции старейшего геологического учреждения России – Геолкома.

НАЗАД ПО СТУПЕНЯМ ДЕСЯТИЛЕТИЙ

Летом 2001 г. Л.И. Красный пришел в редакцию журнала “Земля и Вселенная” в связи с подготовкой к публикации его статьи “Делимость на Земле и во Вселенной” (“Земля и Вселенная”, 2002, № 5). Трудно было поверить, что этому человеку за девяносто. А он рассказал, что этот свой юбилей отметил встречей с океанской волной Атлантики в Рио-де-Жанейро, куда прилетел на очередную сессию Международного геологического конгресса. Родившийся в начале второго десятилетия XX в. (4 апреля 1911 г., в Санкт-Петербурге), он перешел в XXI в., не снижая своей творческой активности. В знойный бразильский город петербургский геолог прибыл как главный редактор “Геолого-минералогической карты Мира” масштаба 1:15 000 000, созданной сотрудниками четырех научно-исследовательских институтов на основе концепции Л.И. Красного о геоблоковой делимости литосферы, которую он разрабатывает в последние 30 лет. Во мно-



Лев Исаакович Красный. 2001 г.

гом она использована в подготовленной недавно, благодаря в основном усилиям Л.И. Красного, 6-томной монографии "Геология и полезные ископаемые России". Впрочем, это не самая последняя работа ученого. Близится к завершению фундаментальный труд, начатый им с коллегами много лет назад, – энциклопедический справочник "Планета Земля".

Позади девять десятилетий. Спускаясь по ним, словно по ступеням, и возвращаясь из сегодняшнего дня в прошлое, мы, пожалуй, наиболее отчетливо увидим, насколько все годы большой жизни Льва Исааковича наполнены его уникальной творческой активностью.

Начнем с последнего десятилетия минувшего века: 1990–2000 гг. Л.И. Красный опубликовал две свои (без соавторов) монографии, 31 статью и две рецензии на книги, составил и отредактировал две геологические карты, вышли под его редакцией две монографии. В эти же годы он выполняет обязанности заместителя главного редактора фундаментального 6-томного издания **"Геология и полезные ископаемые России"**, председателя оргкомитета 4-го Междуведомственного стратиграфического совещания по Дальнему Востоку в Хабаровске, члена редколлегии двух специальных журналов "Отечественная геология" и "Региональная геология и металлогения". Он неоднократно выезжал в Китай для работы по составлению Российско-китайской геологической карты Приамурья, принимал участие с докладами в двух сессиях Международного геологического конгресса (30-го – в Пекине и 31-го – в Рио-де-Жанейро). В 1995 г. Л.И. Красный – в Канаде, где участвует в составлении тектонической основы "Карты аномального магнитного поля Северо-Восточной Евразии". В 1997 г. в Харбине он организует работу по составлению совместно с китайскими геологами тектонической карты Приамурья. В 1998 г. в польском городе Щецине читает лекции по тектонике и минералогии Мира.



Возраст Л.И. Красного уже перешел через 80-летний рубеж.

Спустимся на одну "ступеньку" – в десятилетие 1980–90 гг. Их итог – пять монографий, среди которых – важная для ученого книга "Глобальная система геоблоков" (1984), шесть геологических карт, 24 статьи, рецензия на 3-томную монографию Е.Е. Малиновского "Геология СССР" и пять отредактированных книг. Л.И. Красный выезжал для консультаций в Монголию, активно участвовал в подготовке и проведении в Москве 27-й сессии Международного геологического конгресса (МГК), где выступил с докладом о геологическом строении территории Советского Союза. В эти годы изданы результаты огромной работы геологов в районе строительства Байкало-Амурской магистрали (БАМ), руководителем которой был назначен Л.И. Красный.

Насыщенное научной и организационной деятельностью десятилетие (1970–80 гг.) началось с поездки в Боливию для консультаций по вопросам составления новой геологической карты этой страны. Затем – командировки в Канаду и Австралию на очередные сессии МГК. В 1974 г. –

США и 1977 г. – Япония: участие в международном проекте “Циркумтихоокеанский магнетизм”. И снова – обилие публикаций: 44 статьи, 10 карт, рецензия на 3-томный труд “Геология Монгольской Народной Республики”. Вышли в свет пять монографий, в которых он – автор, соавтор или ответственный редактор.

1960–70 гг. посвящены преимущественно работам на Дальнем Востоке, которыми Л.И. Красный руководит как заведующий отделом Востока ВСЕГЕИ. В значительной степени они связаны с составлением восточных листов Государственной геологической карты – “миллионки” (масштаб 1:1 000 000). За десять лет опубликовано 57 статей, четыре монографии, отредактировано четыре и составлено две карты. Как руководитель отдела Востока в 1961 г. он провел первое Дальневосточное стратиграфическое совещание в Хабаровске. Две монографии, 28 статей, четыре карты – итоговые работы в 1950–60 гг.

А в предыдущем десятилетии (1940–50 гг.) была война, прервавшая занятия в аспирантуре ВСЕГЕИ и полевые работы в Приамурье и Приохотье. Начинаящий геолог служит артиллеристом морских батарей, защитником фортов Кронштадта, капитаном флота. В 1947 г. – защита кандидатской диссертации “Геология Нижнего Приамурья”, по теме которой напечатаны четыре статьи и лист геологической карты с объяснительной запиской.

В конце второго десятилетия жизни, в 30-х гг. XX в., Лев Красный поступил на первый курс ленинградского Горного института, по окончании которого он – начальник геологосъемочных партий Дальневосточного геологического управления. Здесь же написаны первые его научные статьи, опубликованные в 1937 г. и в последующие годы, а одна из первых послевоенных статей рекомендована в Доклады АН СССР академиком В.А. Обручевым. Это стало началом долгого и очень плодотворного в любом его возрасте пути в той науке, которую он избрал в юности.

ДАЛЬНИЙ ВОСТОК –
ЛЮБОВЬ НА ВСЮ ЖИЗНЬ

Итак, по лестнице десятилетий мы спустились к самым истокам трудового пути Л.И. Красного. Прежде чем стать геологом, он работал курьером, конторщиком, проводником служебного вагона на железной дороге, потом поступил на курсы коллекторов при Неметаллическом геолого-разведочном институте в Ленинграде. В 1930 г. коллектор Лев Красный участвует в летних полевых работах в районе Курской магнитной аномалии. В 1933 г., прервав учебу в Ленинградском горном институте, он уехал на восток страны, где сначала прорабом, а потом начальником отряда проводит по заданию треста “Сахалиннефть” (г. Оха) геологическую съемку юго-востока Северного Сахалина и части Южного, входившего тогда под названием Карафуто в состав Японии.

Проехав на поезде через всю Сибирь, группа студентов-ленинградцев погрузилась на заднеколесный пароход “Колумб”, который повез их по широченному Амуру. Строительство г. Комсомольска-на-Амуре только начиналось. “Не ведал тогда, – вспоминал Л.И. Красный, – что через несколько лет мои интересы будут тесно переплетены с этим районом”.

Пока же он очарован природой Сахалина, с увлечением занимается практической работой геолога: шурфовкой, бурением, описанием горных пород, верховыми конными переходами от шурфа к шурфу, от одной буровой к другой в сопровождении пограничников, помогавших в маршрутной съемке. Здесь началась научная работа студента Л.И. Красного. Его дипломная работа “Геологический очерк юго-восточной части Советского Сахалина” практически без изменений вышла отдельной брошюрой в Хабаровске.

По окончании Горного института Л.И. Красный попросил направить его на Дальний Восток. Получив должность начальника Удыльской геолого-съемочной партии, он “на лодке и пешком проложил многокилометровые маршруты по Амуру, его притокам и озерам, исследовав



Л. И. Красный (второй слева) в Южноохотской экспедиции, изменившей многие представления о геологии Дальневосточного региона. В ожидании вертолета на реке Муя. 1980 г.

Нижнее Приамурье от Богородска до Тыра”.

После войны судьба снова связала его с дальневосточным краем. В самом конце войны, когда перед геологами была поставлена задача обеспечить сырьем зарождающееся атомное производство, Л.И. Красного отозвали из береговой обороны Балтики. Он вернулся во ВСЕГЕИ и уже через два месяца работал на геологической разведке урана в районе Охотского моря. Этот участок Приморья к югу от порта Аян до Сахалинского залива Красный впервые назвал **“Приохотье”**, и топоним прижился: “Обрывы, скалы и утесы изрезанных берегов Охотского моря поражают... своей живописностью и величественной красотой. Особую мою любовь приобрели **Шантарские острова**... Трижды – в конце 40-х годов, в середине 50-х и 90-х годов – я продолжал изу-

чение Шантарского архипелага, представляющего для геолога особую ценность вследствие почти полной обнаженности береговых скальных обрывов”. На Шантарах открыты девонские отложения, и это привело к полной перестройке **геологической карты Дальнего Востока**.

Его учителя – блестящие представители научной школы Геолкома: создатель концепции Тихоокеанского рудного пояса академик С.С. Смирнов, палеоботаник А.Е. Криштофович, академик Д.Н. Наливкин, под влиянием которого Л.И. Красный создавал свои многочисленные геолого-картографические работы. Он развил впервые выдвинутую в 1926 г. академиком А.Е. Ферсманом гипотезу о существовании **Монголо-Охотского металлического пояса**, протянувшегося почти на 2000 км. Красный показал, что этот рудоносный пояс генетически связан с одноименной геосинклинальной областью.

Ряд обобщающих работ по геологии Приамурья и Приморья создан в последние годы. Были и открытия. В 1964 г. в Мариинском дворце в Ленинграде Л.И. Красному вручена Ленинская премия за выявление контуров оловоруд-



Л.И. Красный на Байкало-Амурской магистрали (БАМ). В годы строительства БАМ он возглавлял все геологические исследования в регионе. Именно тогда он выдвинул идею "геоблоков" (80-е гг. XX в.)

для создания общей концепции геологического строения очень неоднородной по разнообразию тектонических структур горной страны.

На Дальнем Востоке, который Л.И. Красный практически весь прошел с геологическим молотком, зародились его основные геологические идеи, постепенно он распространил их на Азию, а потом и на всю планету.

"ГЕОБЛОКИ" ГЕОЛОГА КРАСНОГО

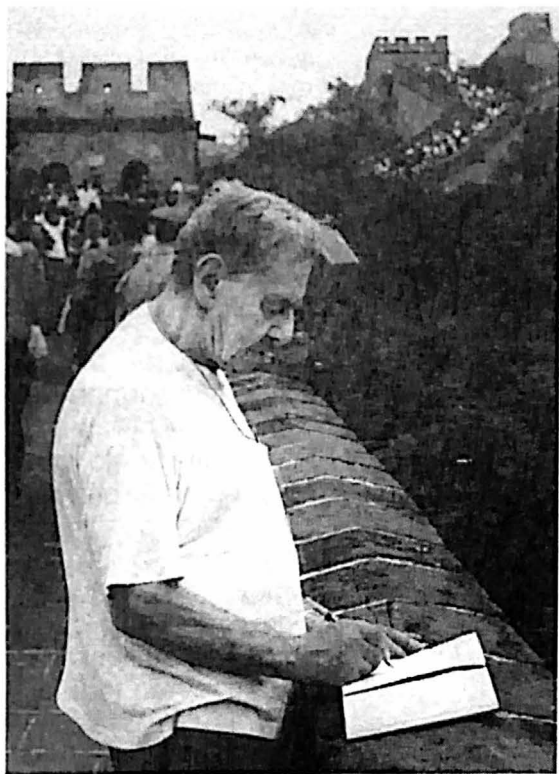
В статье, опубликованной в 1967 г., Л.И. Красный впервые обосновал понятие о геоблоках — важней-

ного района вблизи Комсомольска-на-Амуре. Это сделано в 1936 г., но, как говорит Л.И. Красный, "поисковая нить... то обрывается и исчезает, то вновь возникает и ведет к заветной цели". Так было и с этим открытием. Теоретически обоснованное два десятилетия назад, оно подтверждено молодым геологом Олегом Кабаковым, открывшим в 1955 г. богатое оловорудное месторождение Солнечное, промышленная разработка которого началась в 60-х гг. прошлого века.

В годы строительства Байкало-Амурской магистрали Л.И. Красный возглавляет фактически все геологические и геофизические исследования в регионе. Тогда был получен обширный материал

ших элементах тектоносферы Земли. О глыбовом строении земной коры писали А.В. Пейве, Ю.М. Шейнман, В.В. Белосусов, но современное определение этой структуры дал Л.И. Красный. Трещиноватость литосферы также обнаружена давно, но геолог Красный связал воедино два явления и установил, что дискретность строения тектоносферы имеет глобальный характер. Именно она обуславливает **глыбовое строение земной коры**, приводит к образованию объемных структур разного порядка, массивов и блоков.

Именно Л.И. Красный ввел в научный обиход термин "геоблоки", выделив структуры высокого и низкого стояния. Они обнаруживаются геологическими и



Рабочим столом Л.И. Красному, делегату 30-й сессии Международного геологического конгресса, служит Великая Китайская стена. Китай. 1996 г.

В 1976 г. Л.И. Красный публикует работу **“О великом тихоокеанском георазделе”**. Он обратил внимание на четкое разделение Тихого океана. В западной половине его обнаружены крупные поднятия (микроматерики), для которых автор предложил термин **“океанские земли”**, или **“оленды”**. Только в этих поднятиях обнаружены наиболее древние отложения, не известные в других районах океана. Различия Восточной и Западной Пацифики сложились еще в докембрии, на заре геологической истории. Два обширных геоблока развивались самостоятельно. Развивая тему, Л.И. Красный нашел тесную связь со структурными границами и в 1995 г., продолжая исследования академика С.С. Смирнова, опубликовал совместно с А.Д. Щегловым работу **“Тихоокеанский подвижный пояс – уникальная рудная неоднородность планеты”**.

геофизическими методами как на поверхности Земли, так и на определенной глубине. А формирование геоблоков, по мнению Л.И. Красного, началось еще в предгеологическом периоде истории нашей планеты. Не исключал он и то, что **первичная делимость (неоднородность) наметилась еще в протопланетной предыстории нашей планеты.**

В дальнейших работах Л.И. Красного глобальный аспект его теории геоблоков повторяется все чаще. В 1972 г. он констатирует: **“Землю следует рассматривать как целостный геологический объект, претерпевающий направленный и необратимый процесс своего развития”**. В исследовании Земли, считает он, геология естественно соединяется с геофизикой: **“Земля должна изучаться как единая система ядро – мантия – тектоносфера – поверхность”**. Раздробленность, разбитость на блоки, мозаичность – характернейшая черта системы.



Сбор коллекции минералов в Хибинах. Л.И. Красному (в центре) – 20 лет. 1931 г.

Поддержав научные идеи русского географа А.А. Григорьева и немецкого геолога Ганса Штилле, Лев Исаакович особое внимание обратил на **ангулярную тектонику**, определяемую “структурой углов”. В ряде статей он говорит о “клино-разделах”, раскалывающих крупные геоблоки; к ним приурочены богатейшие топливно-энергетические ресурсы. Наиболее яркий пример – Персидский залив с его нефтяными месторождениями.

Составленная под руководством Л.И. Красного российско-китайская геологическая карта Приморья стала основой для рассмотрения того, как взаимодействуют два подвижных пояса – Центрально-Азиатский и Тихоокеанский. Это величайшие на Земле протяженные **области контрастных глубинных процессов**, с которыми связаны многие рудные месторождения. И в одной из последних статей рассматриваются восходящие глубинные структуры – **плюмы**, колоннообразные вертикальные потоки горячей мантии.

МОЗАИЧНАЯ СИСТЕМА МИРА

В 1984 г. Л.И. Красный писал: “Раздробленность Земли и ее континентов, транзиталей (переходных зон от океанов к материкам. – *В.М.*) и океанов на геоблоки происходит в рамках глобального единства планеты под воздействием внутренних и внешних, включая космические, процессов”. Он увидел подобие в системах делимости Земли и космоса и начал развивать эту тему. Блиноподобные утолщения в газовой среде ранней Вселенной, о которых писал астрофизик И.Д. Новиков в 1990 г., и строение по-

верхности спутника Юпитера Ганимеда, которое земной геолог назвал бы мегабрекчиевым, в равной степени напоминают размещение на материке Азии открытых Л.И. Красным геоблоков.

Делимость природной среды (границы разнородных элементов), как утверждает Л.И. Красный, всюду подобны – от микромира до Вселенной. **Дискретность границ** разномасштабных ячеей создает общую картину решетчатости, и блоковое строение Земли повторяется у других планет земной группы и их спутников. Уже существует астрогеология. А науку, синтезирующую данные о структуре Вселенной и Земли, Л.И. Красный предложил назвать “**космогеономией**”. Это последняя по времени идея, развиваемая петербургским геологом.

Издательство ВСЕГЕИ имени А.П. Карпинского выпустило книгу, посвященную 90-летию Льва Исааковича Красного. Наряду с избранными научными трудами юбиляра в нее включены его воспоминания под названием “Свет и тени прошедших лет”. Их Л.И. Красный завершает такими словами: “Жизнь человеческая то освещается солнечным светом, то уходит в тень тяжелых переживаний... Однако судьбе было угодно теснейше связать меня с геологией, включая полевые экспедиционные работы в прекраснейших заповедных уголках Дальнего Востока, и прикоснуться к теоретическому осмыслению добытых материалов. Но в памяти остаются слова Джона Голсуорси: “Какой бы полной и значительной жизнь ни была, всегда остается... ощущение уходящего времени...”»

В.А. МАРКИН

Николай Васильевич Пушков

(к 100-летию со дня рождения)

Николай Васильевич Пушков – один из представителей славной плеяды талантливых советских ученых и организаторов науки, чьи успехи получили широкое признание. Его имя хорошо известно исследователям геомагнетизма и солнечно-земной физики. Как и С.Н. Вернов (Земля и Вселенная. 2001, № 1), А.Е. Чудаков и Ш.Ш. Долгинов, Н.В. Пушков был участником первых точных измерений параметров космической среды.

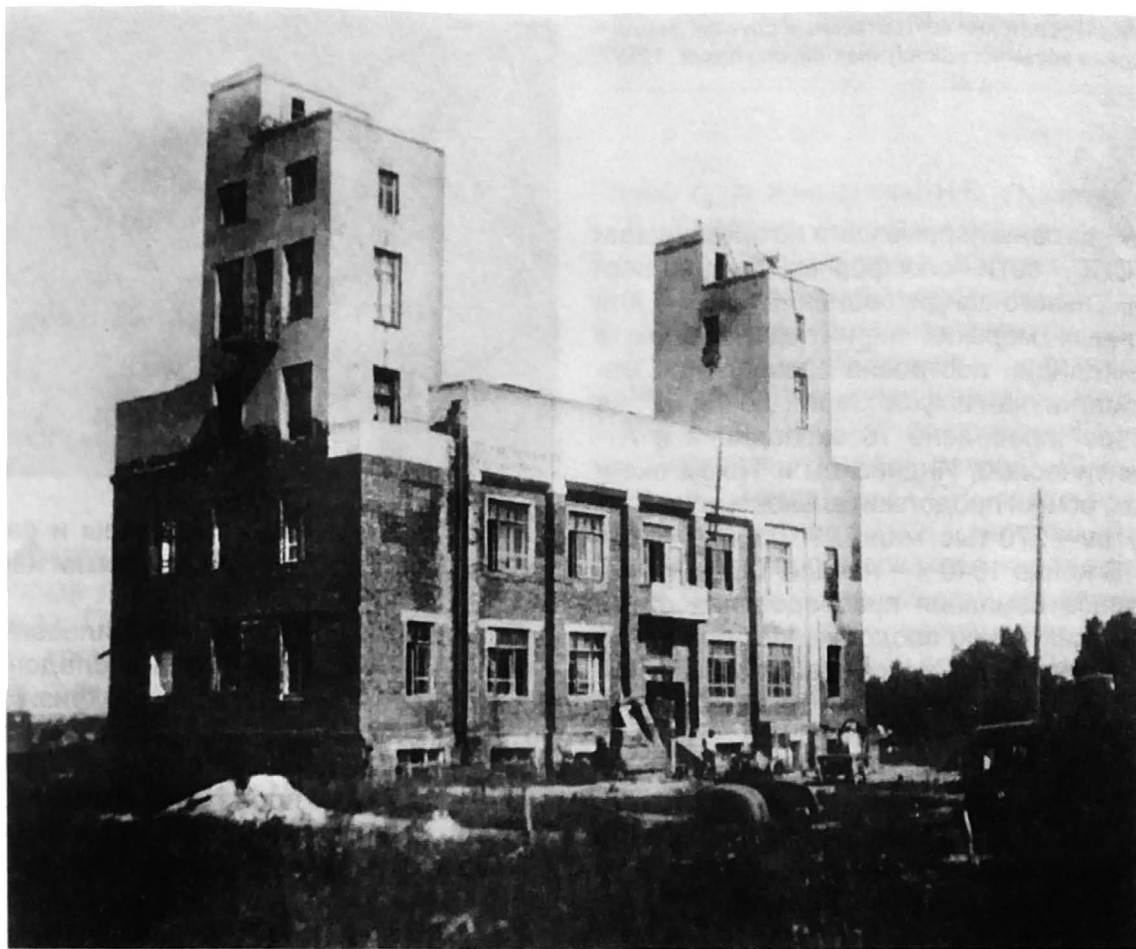
Николай Васильевич Пушков родился 17 мая 1903 г. в Орловской губернии. С раннего детства он помогал отцу, который работал каменщиком на Кубани. Окончание гражданской войны Николай встретил в Новороссийске, где в 1921 г. вступил в комсомол и вскоре стал секретарем райкома. В 1925 г. его приняли в члены ВКП(б). Через год Николая Пушкова направили учиться в Московский университет на физико-математический факультет, а в 1929 г. он перешел в Московский гидрометеорологический институт, в создании которого принимал участие и где преподавал до 1931 г.

В 1931 г. Н.В. Пушков поступил в аспирантуру Главной геофизической обсерватории (ГГО) в Павловске (пригород

Ленинграда), где его научным руководителем стал профессор П.И. Тверской. В 1934 г. Николай Васильевич защитил кандидатскую диссертацию по теме “Теории космического магнетизма”. Он очень сжато, но содержательно представил результаты своих оригинальных исследований и анализ публикаций многих российских и зарубежных авторов. После защиты диссертации Н.В. Пушков работал старшим научным сотрудником



Портрет Н.В. Пушкова (1903–1981). Художник А.К. Назаров.



в магнитной обсерватории Павловска, отделившейся от ГГО в самостоятельную научную организацию. В 1937 г. его назначили руководителем этой обсерватории. Как известно, в 1937 г. начала работать первая дрейфующая во льдах Арктики советская исследовательская станция (зимовщики — И.Д. Папанин, Е.К. Федоров, П.П. Ширшов, Э.Т. Кренкель; Земля и Вселенная, 2002, № 4). За дрейфом папанинцев следила вся страна, и потому нетрудно представить всеобщее волнение, когда с ними неожиданно прекратилась радиосвязь. Николай Васильевич объяснил это тем, что связь нарушена магнитной бурей, вызванной вспышкой на Солнце. Вскоре он организовал оперативную Службу магнитного поля, информирующую об условиях радиосвязи со станцией “Северный Полюс”.

В 1939 г. Совет народных комиссаров принял решение организовать в системе

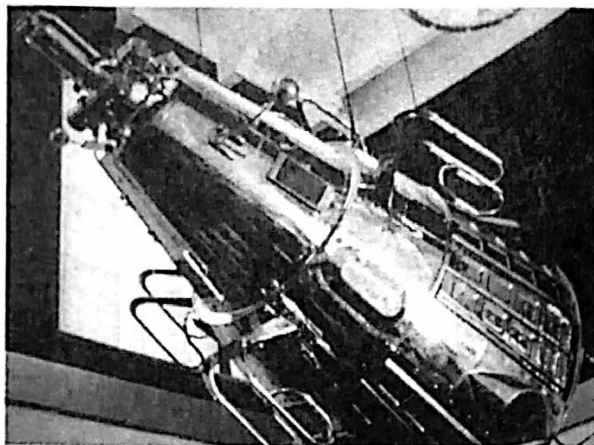
Научно-исследовательский институт земного магнетизма. 1944 г.

Гидрометеослужбы Научно-исследовательский институт земного магнетизма (НИИЗМ). Первым директором НИИЗМ 1 января 1940 г. был назначен Н.В. Пушков. Во время Великой Отечественной войны институт эвакуировали из блокадного Ленинграда на Урал, под Свердловск, где располагалась магнитная обсерватория. В это время НИИЗМ участвовал в создании средств защиты кораблей от мин, осваивал ионосферные и солнечные наблюдения, занимался магнитной картографией и создавал службу прогнозов. В 1944 г. НИИЗМ перевели под Москву. Возникла потребность в магнитной картографии и оперативных прогнозах распространения радиоволн для нужд Советской Армии. В эти же го-

ды сделаны первые шаги по организации в СССР сети ионосферных станций вертикального зондирования. В 1953 г. для точных морских магнитных съемок в Финляндии построена специальная маломангнитная шхуна “Заря”. До 1970 г. на “Заре” проведено 16 экспедиций в Атлантическом, Индийском и Тихом океанах, общая продолжительность их маршрутов – 270 тыс. миль.

В конце 1940-х – начале 1950-х гг. началась кампания преследования физиков (как некое продолжение гонений на генетиков). В Гидрометеослужбе, к которой тогда относился НИИЗМ, сформировали “суд чести”. Н.В. Пушков, Е.К. Федоров и ряд других ученых оказались подсудимыми. Им инкриминировались, в частности, научные контакты с зарубежными учеными, которые были необходимы во время Великой Отечественной войны. Несмотря на публичную “порку”, Н.В. Пушков остался верен убеждению, что наука, включая солнечно-земную физику, невозможна без международной кооперации. Стоит отметить, что в те годы в Москве (в частности, в ФИАН) многих ведущих физиков увольняли за “космополитизм”. Н.В. Пушкову удалось принять на работу некоторых физиков из ФИАН (например, Я.Л. Альперта, Я.И. Лихтера) и большую группу ядерщиков – выпускников МГУ, которым не удавалось найти работу в Москве. Молодые физики основали в НИИЗМ отдел вариаций космических лучей. Н.В. Пушков помог приобрести ионизационную камеру, мониторы космических лучей и другие приборы. Как видим, Н.В. Пушков в трудное для нашей науки время проявил немалое мужество.

Поворотным моментом в развитии НИИЗМ стало его участие в Международном геофизическом годе (МГГ, 1957–1958). Этот крупнейший международный проект позволил НИИЗМ превратиться из отраслевого института в Институт



земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн Академии наук СССР (ИЗМИРАН).

По инициативе Николая Васильевича в период МГГ развернулись исследования в области солнечно-земной физики. По научной программе, составленной им, с борта АМС “Луна-3” (октябрь 1959 г.) впервые в мире проведена магнитная съемка территории СССР, причем ее точность оказалась на уровне лучших наземных измерений. Первоначальные измерения Восточно-Сибирской магнитной аномалии показали, что ее источник находится на границе “ядро – мантия”. С помощью первых “лунников” обнаружена депрессия магнитного поля на расстояниях в 3–4 радиуса Земли, что экспериментально доказало наличие кольцевого поля вокруг Земли. Измерения вблизи Луны не выявили дипольное магнитное поле. В 1957–61 гг. Н.В. Пушков предложил и обосновал большую программу спутниковых и ракетных исследований, которая открыла путь космическим исследованиям магнитосферы, ионосферы Земли и измерениям магнитного поля на Солнце. В 1960 г. Николай Васильевич был удостоен Ленинской премии “За открытие внешнего радиационного пояса Земли и измерения магнитного поля Земли и Луны”.

В программе МГГ приняли участие многие институты Академии наук и ведомства. При активном участии Н.В. Пушкова, убежденного сторонника тесного сотрудничества геофизиков всех стран, создана исключительно важная, обширная система Международных центров



Н.В. Пушков и И.Д. Папанин на научной конференции в п. Борок Ярославской обл. 1966 г.

геофизических данных (МЦД), объединяющая огромную базу данных наук о Земле. Период МГГ, совпавший с началом космической эры, представлял собой грандиозное международное научное мероприятие, необходимое для развития солнечно-земной физики (Земля и Вселенная, 1966, № 4). За Международным геофизическим годом последовали другие крупные совместные проекты: Международный год спокойного Солнца (1964–65 гг.), Международные исследования магнитосферы (1978–79 гг.), Год солнечного максимума (1979–81 гг.). Н.В. Пушков внес значительный личный вклад в организацию всех этих международных научных мероприятий.

Долгое время Н.В. Пушков представлял нашу страну в многочисленных международных научных организациях: Международном союзе геодезии и геофизики, Международном комитете по солнечно-земной физике, Комиссии академий наук социалистических стран по комплексной проблеме “Планетарные геофизические исследования”. Он был инициатором и первым председателем Международной комиссии по истории геомагнетизма и аэрономии в рамках Международной ассоциации геомагнетизма и аэрономии.

В период МГГ благодаря усилиям Н.В. Пушкова по всей стране создавались новые научные центры, занимающиеся исследованиями в области солнечно-земной физики: Полярный геофизический институт в Мурманске, Сибирский ИЗМИРАН в Иркутске, Институт космофизических исследований и аэрономии в Якутске.

В 1960 г. по инициативе Н.В. Пушкова и Ю.Д. Калинина основан академический журнал “Геомагнетизм и аэрономия”, ставший ведущим мировым изданием по геофизике и солнечно-земной физике.

До 1969 г. Н.В. Пушков – директор ИЗМИРАН, затем – председатель Научного совета АН СССР по проблеме “Физика солнечно-земных связей” (Совет “Солнце – Земля” АН СССР), созданного по его инициативе в 1966 г. Николаю Васильевичу удалось привлечь к деятельности Совета широкий круг советских ученых, занятых исследованиями в области солнечно-земной физики (Земля и Вселенная, 1974, № 4). Его неизменная энергия и личная заинтересованность способствовали сотрудничеству советских и зарубежных ученых в области геофизики и солнечно-земной физики. В 1969–81 гг. проведены крупные международные и внутрисоюзные симпозиумы, конференции, школы, посвященные различным аспектам солнечной и солнечно-земной физики. Неизменное внимание Н.В. Пушков уделял Службе Солнца и магнитно-ионосферной службе.

В марте 1961 г. на ежегодном собрании Отделения физико-математических наук по предложению академика АН СССР М.А. Леонтовича директору ИЗМИРАН кандидату физико-математических наук Н.В. Пушкову решили присвоить ученую степень доктора физико-математических наук *honoris causa* (без защиты диссертации), что было принято большинством голосов.

Высокий интеллект, исключительная честность, доброта и внимательное отношение к людям снискали Н.В. Пушкову заслуженный авторитет среди советских ученых и у его зарубежных коллег.

На территории ИЗМИРАН, в развитие которого так много сил вложил Н.В. Пушков, в 1965–90 гг. выросли новые физические институты Академии наук. В 1977 г. возник Троицк – красивый академгородок. Рост и благоустройство этого города – во многом заслуга Н.В. Пушкова.

За свою многогранную деятельность Н.В. Пушков был награжден тремя орденами Трудового Красного Знамени, орденом "Знак Почета" и медалями. В 1974 г. ему присвоили звание заслуженного деятеля науки и техники РСФСР. Николай Васильевич – Почетный гражданин г. Троицка.

Н.В. Пушков целиком посвятил себя научным исследованиям в области геомагнетизма и солнечно-земной физики. Он сумел увлечь коллектив ИЗМИРАН в тяжелые годы Отечественной войны и послевоенные годы на работу по организации и развитию передовой советской науки.

Умер Н.В. Пушков 28 января 1981 г. Для всех людей, с которыми Николай Ва-

сильевич работал, так же как и для сегодняшних сотрудников ИЗМИРАН, он навсегда останется примером служения науке и человеком кристальной чистоты.

26–28 мая 2003 г. в ИЗМИРАН прошла научная конференция, посвященная памяти Н.В. Пушков, замечательно-го ученого и организатора, создателя ИЗМИРАН и основоположника солнечно-земной физики. Для тех, кто захочет познакомиться с интересными фактами из жизни и деятельности Н.В. Пушкова, рекомендуем сайты <http://top.izmiran.rssi.ru/~npushkov/> и <http://helios.izmiran.rssi.ru/Solter/Pushkov/index.htm>.

А.Н. КОЗЛОВ, Э.И. МОГИЛЕВСКИЙ,
Н.М. РОТАНОВА

Информация

NASA может отказаться от "Спейс Шаттлов"

Американское аэрокосмическое агентство (NASA) может отказаться от КК "Спейс Шаттл" и заменить их пилотируемыми кораблями нового поколения, снабженными посадочными модулями в виде управляемой баллистической капсулы (кабины экипажа), аналогичной той, что устанавливалась на "Аполлонах". Последний раз одноразовый КК "Аполлон" совершил посадку в океан, используя управляемый баллистический спуск почти 30 лет назад (программа "Союз" – "Аполлон"; Земля и Вселенная, 1974, № 2). Учитывая новые технологии и дизайн, большую безопасность и надежность, они могут

стать предпочтительней кораблей "Спейс Шаттл", разработанных еще в 1970-е гг. Идея применения бескрылых приводящихся спускаемых аппаратов находит все больше сторонников как среди астронавтов, так и в администрации NASA.

Расследовавшая обстоятельства гибели КК "Колумбия" специальная комиссия под председательством адмирала Х. Гемана установила причину катастрофы (повреждение крыла во время старта и его прогар при посадке) и ее предпосылки (спешка, организационные и технологические просчеты). Члены этой комиссии обратились к руководству NASA с требованием незамедлительно начать замену устаревших кораблей "Спейс Шаттл" на современные, с учетом опробованных технологий и принципов. С середины 1990-х гг. подрядчики космического агентства потратили миллиарды долларов на разработку крылатых космических кораблей, например по программе создания КК нового по-

коления – перспективного орбитального космолана "OSP" (Orbital Space Plane), однако раньше 2008 г. подобные аппараты вряд ли вступят в строй. В этих обстоятельствах неизвестно, смогут ли США завершить сборку Международной космической станции, согласно шестому графику, к началу 2008 г. (Земля и Вселенная, 2000, № 6; 2003, № 5). Основная нагрузка приходится именно на корабли "Спейс Шаттл", а их нечем заменить. Относительно перспектив американской пилотируемой космонавтики есть еще более пессимистичные мнения, например точка зрения ведущего специалиста NASA по пилотируемым программам К.Сигала. Он полагает, что на создание действительно безопасных кораблей многоразового использования уйдет не менее 15–20 лет.

По материалам NASA
и информагентства CNN

Всемирный форум геофизиков в Саппоро

(23-я Генеральная Ассамблея Международного
геодезического и геофизического союза)

В последний день июня 2003 г. в японском городе Саппоро открылась 23-я Генеральная Ассамблея Международного геодезического и геофизического союза (МГГС), главный форум ученых-исследователей планеты Земля. В столице острова Хоккайдо собралось около 5 тыс. участников из примерно 100 стран мира. Саппоро, основанный всего 130 лет назад, стал широко известен после зимних Олимпийских игр 1972 г. Сейчас в нем 1.8 млн. жителей.

Университет Хоккайдо в Саппоро – крупнейший в Японии учебный и научный центр с широким кругом технических возможностей для исследований в области наук о Земле. Однако Генеральная Ассамблея проходила не на его территории, а в четырех зданиях, расположенных рядом с красивым Одори-парком, главным образом в отелях “Ройтон” и “Кайкан”.

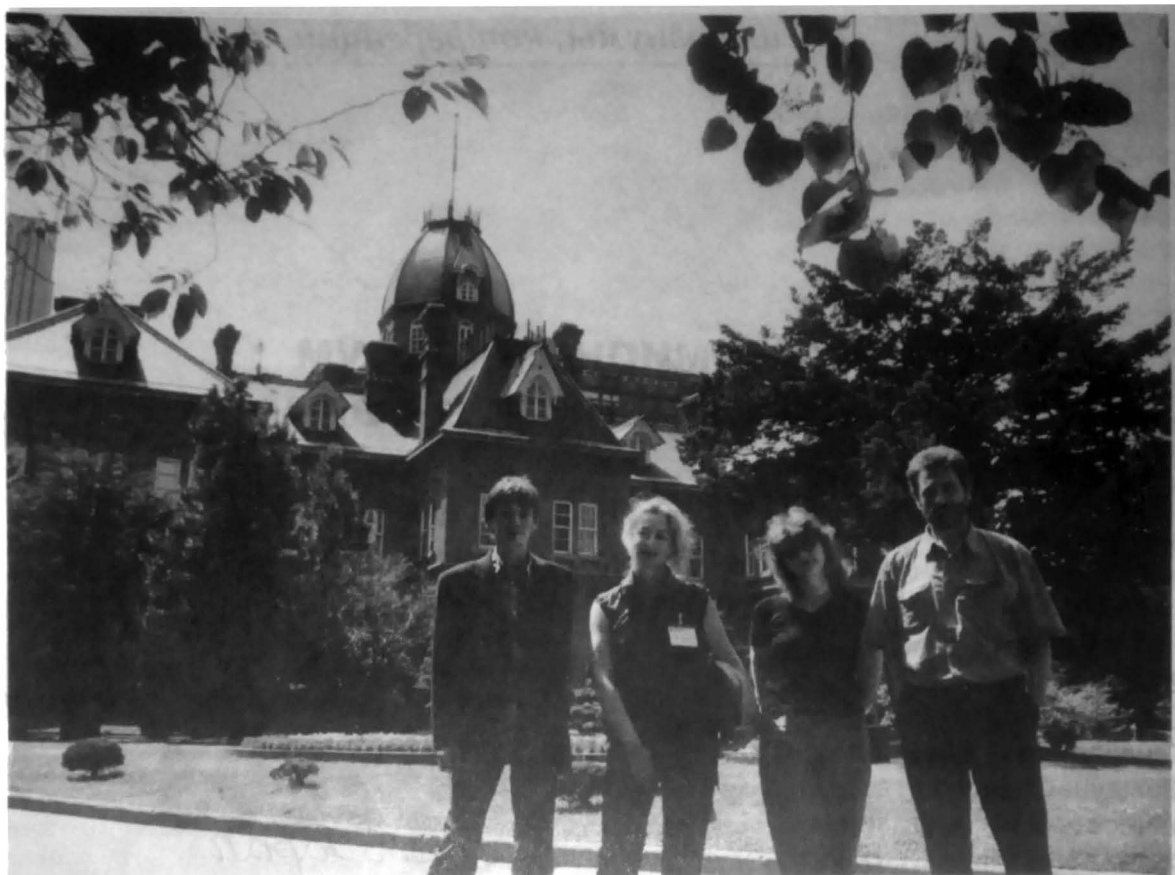
К участникам Ассамблеи обратился император Японии Акихито, отметивший важность геофизических исследований в современном мире при все более возрастающем ущербе от природных катастроф. Он подчеркнул значение этих исследований для Японии как островного государства, подверженного воздействию тайфунов, землетрясений, цунами. На церемонии открытия Ассамблеи симфонический оркестр Университета Хоккайдо исполнил симфонию № 1 (“Зимние грезы”) П.И. Чайковского, что особенно приятно было российским участникам форума.

XXIII General Assembly of
the International Union of Geodesy and Geophysics



Эмблема 23-й Генеральной Ассамблеи МГГС.

Международный геодезический и геофизический союз призван развивать и координировать исследования формы Земли, особенностей ее гравитационного и магнитного полей, структуры и динамики планеты в целом и ее компонент, тектоники, образования магмы и горных пород, вулканизма, гидрологического цикла (включая снег и лед), физики и химии атмосферы и океанов, ионосферы и магнитосферы, солнечно-земных связей, а также



Участники 23-й Генеральной Ассамблеи МГГС в г. Саппоро.

аналогичных проблем, связанных с Луной и другими планетами. Деятельность союза охватывает изучение Земли с помощью искусственных спутников и космических аппаратов, находящихся на значительном от нее расстоянии. МГГС образуют 66 организаций, работающих по всему миру. В свою очередь, это один из 25 научных союзов, объединенных в **Международный Совет научных союзов**.

МГГС инициировал и активно поддерживал мероприятия, которые привели

к очень продуктивным результатам в рамках Международного геофизического года (1957–58 гг.) и осуществлению проектов изучения верхней мантии. В сфере деятельности союза проведены исследования глобальной атмосферы, действует Всемирная программа исследований климата, Геосферно-биосферная программа, Международная литосферная программа, объявлено Международное десятилетие по уменьшению природных стихийных явлений.

Генеральные Ассамблеи МГГС проходят раз в четыре года, первая состоялась в 1922 г. в Риме, последняя – в 1999 г. в Бир-

мингеме. Во время этих форумов и многочисленных симпозиумов обсуждаются результаты текущих программ. Международный геодезический и геофизический союз – федеративное **объединение семи ассоциаций**, каждая из которых охватывает свой диапазон исследований. Это Международные ассоциации геодезии, геомагнетизма и аэрономии, гидрологических наук, метеорологии и атмосферных наук, физических наук об океане, сейсмологии и физики внутреннего строения Земли, вулканологии и химии внутреннего строения Земли.

23-я Генеральная Ассамблея МГГС включала



Выставка в зале заседаний Международного геодезического и геофизического союза, демонстрирующая достижения наук о Земле за четыре года, прошедшие после Генеральной Ассамблеи 1999 г.

58 симпозиумов и заседаний рабочих групп по направлениям семи ассоциаций. При участии Ассоциации геомагнетизма и аэронавтики, например, было организовано 45 симпозиумов (12 – по гидрологическим наукам, 34 – по метеорологии и атмосферным наукам, 7 – по геодезии).

Участники Ассамблеи прослушали интересную серию лекций во время обеденных перерывов. Содержательные доклады

были сделаны о динамике климатов далекого прошлого (У.Р. Пелтье, Канада), изменениях уровня Мирового океана (А. Казенаве, Франция), новой международной программе улучшения прогнозов погоды до двух недель (М. Шапиро, США). В рамках международных рабочих групп проводились заседания по трендам в средней и верхней атмосфере и интенсивным поллярным циклонам.

Многие симпозиумы были посвящены климатическим исследованиям от климатов древних эпох (включая протерозой 600 млн. лет назад) до современных изменений с оценкой возможных изменений в будущем. Специальное внимание уделено



Отель "Ройтон" в г. Саппоро, где проходили заседания 23-й Генеральной Ассамблеи Международного геодезического и геофизического союза.

климату голоцена – постледникового периода, длящегося уже около 11 тыс. лет. Как показали данные исследования кернов льда из уникальной глубокой скважины на российской **антарктической станции Восток**, это наиболее продолжительный период межгляциала за последние 400 тыс. лет.

Изменения климата XX в. характеризовались **подъемом уровня Мирового океана** в среднем на 1.5–2 мм в год (на 15–20 см за столетие), в основном **за счет теплового расширения воды**. В последнее десятилетие XX в. подъем уровня ускорился до примерно 3 мм в год. Доклад Н.С. Сидоренкова (Гидрометеоцентр) был посвящен исследованию связи флуктуаций масс воды в Мировом океане и льда ледниковых щитов Антарктиды и Гренландии с **изменением параметров вращения Земли** и перемещением полюса. Проведены расчеты масс воды в океане и накопления льда в Антарктиде и Гренландии с годовой дискретностью для периода 1891–2002 гг.

Современные изменения климата характеризуются ростом экстремаль-

ных атмосферных осадков. Модельные результаты указывают на усиление в XXI в. подобной тенденции при **глобальном потеплении**. Одновременно возрастает вероятность засух в весенне-летний период в континентальных регионах. Наиболее значительные изменения в последние десятилетия отмечены в мезосфере и стратосфере. При общем потеплении в тропосфере в целом и в **верхней атмосфере** (в частности вблизи мезопаузы) выявлено существенно более быстрое **падение температуры**. У поверхности Земли наиболее сильные температурные изменения отмечены зимой в Сибири и на Аляске, а в Южном полушарии – на Антарктическом полуострове.

Во многих докладах рассматривались различные проявления эффектов Арктического, Северо-Атлантического и Тихоокеанско-Северо-Американского колебаний. С этими процессами связаны существенные региональные изменения погоды и климата в Северном полушарии.

Специальные сессии были посвящены интенсивным **вихрям в атмосфере** – тропическим циклонам (тайфунам), торнадо. Время жизни тропических циклонов и ураганов изменяется от нескольких дней до недель, их горизонтальные пространственные масштабы – сотни километров.

Особое внимание на Ассамблее уделено проблемам **моделирования климатических изменений**. Были представлены первые результаты моделирования на новом японском суперкомпьютере с очень детальным пространственным и временным описанием процессов. Важное значение имеют результаты сравнения моделей с анализом качества воспроизведения современного климата и его вариаций, климатов прошлого и оценок возможных изменений в будущем. В частности, в совместном докладе сотрудников Института физики атмосферы им. А.М. Обухова, Гидрометеоцентра России и МГУ (А.В. Елисеев, М.С. Гусева, И.И. Мохов, К.Г. Рубинштейн) проведено **сравнение атмосферных и климатических моделей общей циркуляции** с точки зрения воспроизведения ими особенностей годового хода для глобального поля приповерхностной температуры по **данным наблюдений**. В совместном российско-французском докладе И.И. Мохова, Ж.-Л. Дюффрена, В.Ч. Хона, Э. Ле Тре и В.А. Тихонова с использованием глобальной климатической модели с углеродным циклом сделаны **оценки возможных региональных изменений в XXI в.** режимов с засушливыми и экстремально влажными условиями и характеристик **биопродуктивности**, в том

числе для территории России и Западной Европы.

Ряд докладов на Ассамблее посвящен исследованию **солнечно-земных связей** и анализу **климатических эффектов солнечной активности**. Этой тематике, в частности, касаются доклады А.А. Кривоуцкого (Центральная аэрологическая обсерватория), Т.В. Кузнецовой, А.И. Лаптухова и Л.Б. Цирульника (ИЗМИРАН). Активно развиваются в мире модели с учетом фотохимических процессов в атмосфере до мезопаузы и выше с целью адекватного описания **динамики атмосферного озона** и оценки эффектов солнечной активности.

При определении глобальных изменений ключевое значение имеют процессы **массо- и энергообмена** через три главные поверхности раздела: **между атмосферой и океаном**, атмосферой и деятельным слоем суши, **океаном и сушей**. Парниковый эффект зависит от обмена CO_2 между атмосферой и океаном, от углеродного обмена в лесных районах Земли. Целый ряд докладов в Саппоро был посвящен анализу взаимодействия между **экосистемами** на поверхности Земли и атмосферой с оценкой влияния на климат.

Существенная часть глобальной климатической системы – **криосфера**. Ее характеристики – важные **индикаторы измене-**

ний климата. От снега и льда сильно зависит чувствительность глобального и регионального климата к различного рода воздействиям, в том числе антропогенным. Диапазон временных масштабов криосферных изменений – от сезонов (морской лед) до сотен лет и более (горные ледники и ледниковые щиты). Доклады касались эмпирических исследований и моделирования изменений криосферы (в частности, ледниковых щитов) при глобальных и региональных климатических изменениях в настоящем и прошлом с использованием палеосценариев. Очень важны отмеченные изменения площади морского льда в Арктическом бассейне и поверхностного баланса ледниковых щитов при колебаниях климата. Так, в докладах сотрудников Института географии РАН М.Д. Ананичевой, Н.В. Давидович, В.Г. Коновалова и Ж.-Л. Мерсье (Франция) проанализированы результаты гляциологических исследований на ледниках Центрального Кавказа, Средней Азии и Восточной Сибири (хребет Сунтар-Хаята).

Все более значительное место в исследованиях Земли занимают спутниковые измерения. Это касается и исследований изменений уровня Мирового океана, существен-

ный вклад в которые внесли, в частности, измерения по программе TOPEX-Poseidon. Исследования глобальной облачности проводятся в рамках Международного проекта климатологии облачности (ISCCP) и других спутниковых программ. Большое внимание уделено теоретическим проблемам, связанным с космическим проектом "GOCE" по измерению распределения гравитационного поля Земли с помощью сверхточного гравитационного градиометра, установленного на спутнике Европейского космического агентства. Запуск спутника запланирован на начало 2006 г. По полученным данным предполагается построить модели гравитационного поля Земли, характеризующиеся набором порядка 6 тыс. параметров.

В докладе В.Д. Тепли была представлена информация о космических аппаратах "GRACE", запущенных 17 марта 2002 г. с космодрома Плесецк (Земля и Вселенная, 2003, № 1). Созданная усилиями специалистов Германии и NASA, система имеет два идентичных космических аппарата, размещенных на полярной орбите, на высоте 500 км и расстоянии 220 км друг от друга. С использованием этой системы путем исключительно точных измерений расстоя-

ния между спутниками предполагается дать описание гравитационного поля Земли с фиксированием изменений, вызываемых океаническими течениями, осадками, накоплением грунтовых вод, обменом водных масс между ледниковыми щитами и океанами.

В NASA завершены работы по созданию системы лазерного альтиметра GLAS. Комплект оборудования, размещенный на борту научного спутника "ICESat", предназначен для измерения топографии ледниковых щитов и ее изменений во времени, а также для анализа облачности и физических характеристик атмосферы.

В качестве кандидатов на проведение очередной Ассамблеи МГГС выступили Мельбурн (Австралия) и Перуджа (Италия). Выбор пал на г. Перуджа, где и состоится 24-я Генеральная Ассамблея МГГС в 2007 г.

*И.И. МОХОВ,
член-корреспондент РАН
Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН
Н.С. СИДОРЕНКОВ,
доктор
физико-математических наук
Гидрометцентр
М.Д. АНАНИЧЕВА,
кандидат
географических наук
Институт географии РАН*

Институт динамики геосфер Российской академии наук

В. В. АДУШКИН,
академик,
директор Института динамики геосфер РАН
А. А. КАЛМЫКОВ,
кандидат физико-математических наук,
ученый секретарь
Института динамики геосфер РАН

Земля – это живая планета, непрерывно эволюционирующая открытая система геосфер, которые как единое целое взаимодействуют между собой, обмениваясь потоками энергии и массы. Исследования динамических процессов в геосферах, их строения и механизмов взаимодействия являются целью работ Института.

ЯДЕРНАЯ ПРЕДЫСТОРИЯ

Институт динамики геосфер Российской академии наук (ИДГ РАН), организованный в марте 1991 г., фактически начал формироваться намного раньше – в 1945–50 гг., в стенах Института химической физики (ИХФ) АН СССР, где директором в то время был академик Н.Н. Семенов.

Именно ИХФ, который справедливо именуют “колыбелью цепных реакций”, была поручена разработка научно-технических основ ядерного оружия. Плеяда известных ученых – академики Ю.Б. Харитон, Я.Б. Зельдович, К.И. Щелкин, В.И. Гольданский и др., работавшие в нем, приступили к решению этой проблемы. Среди них был академик М.А. Садовский, которому поручили обеспечить регистрацию **эффективности действия ядерных взрывов**. В 1949 г. по специальному постановлению правительства при ИХФ был создан Спецсектор для приборной и научной регистрации физических полей ядерного взрыва. Этот год, по существу, и является датой создания ИДГ РАН. В короткое время М.А. Садовский органи-

зовал ряд научно-исследовательских лабораторий и опытное производство датчиков и регистраторов для определения параметров ударных волн в атмосфере и гидросфере, сейсмических и акустических колебаний, теплового и светового излучений, потоков нейтронов, гамма-лучей и систем их автоматического включения в условиях полигонных испытаний. В Спецсекторе были оборудованы экспериментальные стенды для моделирования различных эффектов ядерных взрывов и проводились необходимые теоретические расчеты. В течение всего периода ядерных испытаний (1949–90 гг.) коллектив Спецсектора осуществлял регистрацию физических полей и отдаленных последствий в окружающей среде от

ядерных и крупных химических взрывов в атмосфере, воде, космосе и под землей. После окончания ядерных испытаний, опираясь на опыт проведения активных геофизических экспериментов, уже во вновь организованном Институте было развито новое научное направление исследований – **“геофизика сильных воздействий”**. Оно нацелено на изучение **динамических процессов и явлений в геосферах “твердой” Земли** (внутренние геосферы) и во внешних материальных и энергетических геосферах (атмосфера, ионосфера, магнитосфера). Исследуются поведение природной среды вблизи и за пределами динамического равновесия, ее реакция на разнообразные техногенные и природные воздействия. При этом сам источник воздействия и создаваемые им возмущения, а также отклик среды используются для изучения строения геосфер и диагностики происходящих в них процессов и состояния вещества. Резюмируя, можно сказать, что исследуются нестационарные и нелинейные геофизические процессы, происходящие в системе взаимодействующих внутренних и внешних геосфер, и в частности в окружающей природной среде при высокоэнергетических воздействиях естественного и техногенного происхождения.



ЗЕМНАЯ МЕХАНИКА

Академик М.А. Садовский и профессор В.Н. Родионов разработали концепцию **блочно-иерархического строения земной коры**. На основе этой концепции были развиты геомеханические модели, отражающие особенности деформационных свойств блочных массивов, развития в них структур под действием потоков механической энергии, процессы ее диссипации, наличие собственных запасов энергии в среде. Было отмечено, что земная кора обладает свойствами сложной системы, способной к самоорганизации в зависимости от поступления в нее энергии из окружающей среды. Основные механические движения блочной среды при внешних воздействиях, а также интегральные свойства массива горных пород в значительной степени определяются наличием и свойствами межблоковых промежутков. Впервые в нашем Институте обратили

внимание на то, что всеобщее движение, которое мы наблюдаем в океане и атмосфере, должно присутствовать и в твердой оболочке Земли.

Движение природных структур земной коры определяют гравитация и инерция. Гравитация приводит к вертикальному перемещению легких и тяжелых тел в соответствии с законом Архимеда, а инерция, которая связана с запасом вращательной энергии Земли, реализуется через лунные и солнечные приливы. Блочное строение земной коры, медленное движение блоков и их взаимодействие под влиянием внешних сил способствуют активности эволюционных процессов, поскольку межблоковые промежутки обеспечивают движение газо-жидкостных флюидов и газов к поверхности Земли.

В недрах Земли перемещение масс происходит медленно, со скоростью порядка нескольких сантиметров в год. Эти скрытые от глаз непрерывные дви-



жения, играющие главную роль в эволюции геологических структур и поверхности Земли, изменяют ландшафт и жизнь биологических организмов и сообществ. В результате медленных движений и взаимодействия блоков из года в год происходят землетрясения различной интенсивности и возникают новые разломы (трещины), разделяющие земную кору на блоки. Катастрофические землетрясения – лишь частные проявления постоянно развивающегося процесса преобразования планеты. Проводимые в ИДГ исследования медленных движений в земной коре, постоянно развивающейся ее структуризации заложили основу научной школы геомеханики природных и техногенных объектов, изучающей деформирование и разруше-

ние массивов горных пород неоднородной структуры.

Разработка фундаментальных основ геомеханики земной коры (лаборатории Региональной геодинамики, Деформационных процессов в земной коре, Экспериментальной геофизики) способствует решению ряда прикладных задач подземного и наземного строительства, горного дела. Это долговременная **устойчивость подземных сооружений и хранилищ радиоактивных отходов**, предотвращение природных оползней и техногенных обрушений склонов, разрушение горных пород взрывом, проблемы безопасности и эффективности взрывных работ, оценка риска наведенной сейсмичности. Так, например, извлечение углеводородного топлива (нефти и

Исследование риска наведенной сейсмичности в карьере на территории Курской магнитной аномалии по методике, разработанной в Институте динамики геосфер РАН.

газа) и закачка воды для поддержания пластового давления могут вызывать наведенные землетрясения. Для снижения риска этих явлений проводится моделирование процессов накопления деформаций в трещиноватых коллекторах и развития микросейсм на разрабатываемых месторождениях углеводородов (лаборатория Геомеханики нефтегазоносных массивов).

В рамках поисковых исследований в ИДГ создается **обобщенная модель развития структур Земли**

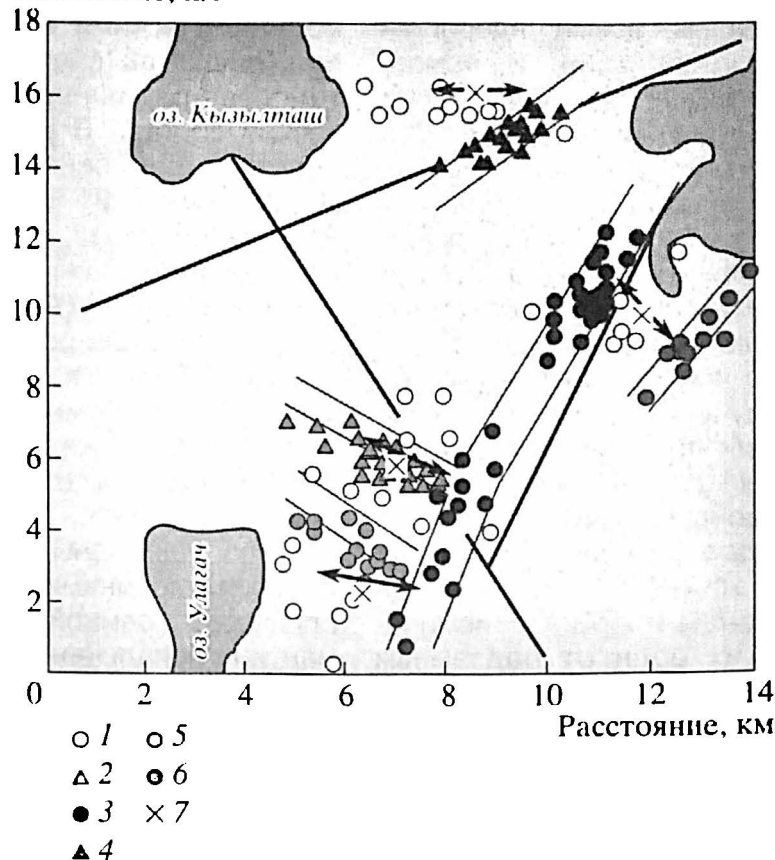
Участок, на котором проводились исследования с целью выбора площадки, пригодной для сооружения хранилища радиоактивных отходов на Урале. Использована диагностика геодинамического состояния земной коры по методике Института динамики геосфер РАН. Обнаружена приуроченность импульсных колебаний почвы к тектоническим нарушениям. 1–6 – очаги импульсных колебаний земной коры; 7 – пункты регистрации; прямые линии – тектонические нарушения в земной коре.

(лаборатория Физической тектоники). В ней объединяются две гипотезы: расширения Земли за счет разогревания внутреннего вещества и процесса контракции за счет охлаждения Земли с поверхности. Такая модель позволяет объяснить особенности напряженного состояния отдельных континентов и межконтинентальных областей, а также океанических впадин. В результате ее разработки были предложены механизмы формирования типичных геоструктур (прогибов, поднятий, блочных структур, месторождений и т.п.) и прослежено их развитие на примере Европейского континента.

ДИНАМИКА ГЛУБИННЫХ СТРУКТУР ЗЕМЛИ

Существенное развитие в Институте за последние годы получило направление **геодинамика глубинных структур**. Лаборатория *Сейсмотектоники* разрабатывает концепцию современных сейсмотектонических процессов, порождаемых взаимодействием

Расстояние, км



геологических структур земной коры и глубинных неоднородностей литосферы и верхней мантии. **Сейсмотектоника** как область знания развивается на стыке геологии, геодинамики и сейсмологии. Землетрясения происходят из-за изменений в напряженно-деформированном состоянии земной коры и верхней мантии. Значительная часть мощных сейсмических очагов располагается в зоне активных контактов между относительно спокойными платформенными областями и областями горообразования. Знания о пространственном распределении очагов землетрясений, их интенсивности и повторяемости позволяют оценивать условия и

механизмы геодинамического взаимодействия между крупными геологическими структурами Земли, определять направленность смещения блоков и развития разломов. Пространственное расположение разломов можно использовать при изучении проницаемости земной коры, направления миграции флюидов и газов, в частности углеводородов, что важно для практических целей.

Новые результаты в Институте были получены при исследовании динамических процессов внутри Земли сейсмическими и гравиметрическими методами (лаборатория *Сейсмологии взрыва*). Создана база цифровых сейсмограмм мирных и испыта-

тельных взрывов, проведенных всеми ядерными государствами, и землетрясений, произошедших в различных регионах земного шара. Высокая информативность сейсмограмм подземных ядерных взрывов, время и координаты которых известны исключительно точно, широко используется нами при изучении строения Земли. Они помогли получить новые данные о динамике и свойствах **внутреннего ядра Земли**. Наблюдения в течение 30 лет за временем пробега сейсмических волн от подземных ядерных взрывов, прошедших через внешнее и внутреннее ядро (трасса Новая Земля – Антарктида), позволили обнаружить дифференциальное вращение твердого ядра относительно Земли в целом с угловой скоростью 1.3 ± 0.5 град/год. Более того, как показали наши гравиметрические наблюдения, твердое ядро Земли смещается под действием приливных сил Луны с двухнедельной периодичностью относительно центра планеты.

Методом **сейсмической томографии** проводятся исследования глубинных структур Земли различного масштаба (лаборатория *Региональной сейсмологии*). Сейсмическая томография основывается на данных о времени пробега сейсмических волн различных типов: продольных, поперечных и поверхностных. В свою очередь скорости сейсмических волн в Земле распределяются в соответствии с фи-

зико-механическими и термодинамическими свойствами вещества (плотность, температура, минералогический состав). В результате методом сейсмической томографии построены трехмерные модели распределения скоростей в земной коре и верхней мантии для ряда регионов Евразии, изучены зоны возможного возникновения землетрясений, установлены особенности структур межскважинного пространства. Намечены исследования геодинамических процессов в земной коре и мантии с привлечением информации о гравитационном и электрическом полях.

В Институте накоплен богатый опыт анализа **сейсмовзрывных волн** в различных средах и условиях. На основе имеющихся баз данных по взрывам и землетрясениям были разработаны рекомендации по оптимальным техническим параметрам сейсмической аппаратуры, прогнозу дальности обнаружения и повышению точности идентификации ядерных взрывов малой мощности. Были прокалиброваны трассы распространения сейсмических волн в интересах сети международного мониторинга, обеспечивающей контроль за Договорами о нераспространении ядерного оружия и всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний. В настоящее время исследования в этом направлении продолжают с привлечением гидроакустических и инфразвуковых методов контроля.

В последние годы в институте проводятся исследования по теории **происхождения планет Солнечной системы и эволюции системы геосфер** на ранней стадии развития Земли в архее (лаборатория *Проблем эволюции Земли*). Известные фундаментальные результаты (правило планетных расстояний, спектр масс и скоростей крупных планетезималей, сформировавших Землю) в сочетании с комплексом космо- и геохимических данных привели к пересмотру классических представлений о начальном состоянии планеты. Удалось показать, что существенный нагрев падающими на растущую планету планетезималями и астероидами вызывал плавление и дифференциацию вещества уже на стадии, когда Земля набрала всего около 10% современной массы. Построенные **теоретические модели растущей Земли** дали распределение плотности, давления и температуры. Исследуются процессы, приведшие к формированию в первые 500 млн. лет гидросферы, атмосферы и магнитосферы Земли.

Проведенное численное моделирование процесса образования ядра и мантии в формирующейся Земле учитывает также результаты уникальных лабораторных экспериментов по плавлению и дифференциации примитивного хондритового вещества – образцов метеорита “Царев” (лаборатория *Высокоэнергетических процессов в геофизике*).



Подготовка к работам по исследованию земной коры в районе Выборга с помощью сейсмозрывных волн.

ГЕОФИЗИКА СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Геофизические процессы, которые протекают в системе внешних геосфер, определяются потоками энергии и массы от внутренних и внешних по отношению к Земле источников. К внутренним источникам относятся: тепловой поток Земли, орбитальные и центробежные силы, потоки вещества из недр Земли (флюиды и продукты вулканических извержений), а также с поверхности суши и океанов в виде газов, аэрозолей и

пыли. Внешние источники воздействия — потоки энергии и массы от Солнца, поля гравитационных сил, поступление космического вещества в виде метеороидов и космической пыли. Выход человека в космос, бурное развитие космических технологий делают все более актуальным изучение закономерностей и механизмов солнечно-земных связей в интересах **прогноза космической погоды**. Космическая погода — это состояние околоземного космического пространства в интересующих нас областях (на Солнце, в солнечном ветре, магнитосфере, ионосфере и приземной атмосфере).

В верхних геосферах существует область, имеющая особое значение для всей биосферы и для

человека в особенности, — **среда обитания** в биологическом и информационном понимании. В ней протекают процессы, которые подготавливаются и определяются системой **магнитосфера-ионосфера-тропосфера** Земли. Причем здесь важны как влияние магнитосферных и ионосферных процессов на тропосферу, так и воздействия на нее со стороны литосферы. К этому следует добавить влияние техногенного фактора. Таким образом, речь идет об исследовании глобального взаимодействия нижних и верхних геосфер с учетом техногенных воздействий, которое коротко можно сформулировать как научное направление **геофизика среды обитания**.

Потоки природных и антропогенных газов в атмо-

сферу с поверхности континентов и океанов составляют важное звено глобальной циркуляции летучих в межгеосферном взаимодействии. В связи с глобальным потеплением и возрастающими выбросами загрязняющих газов важно оценить, каково соотношение в настоящее время природной и антропогенной составляющих в потоке газообразных соединений. Они имеют природные и техногенные источники. Как известно, из газов, ответственных за глобальное потепление, наиболее значимы **углекислый газ и метан**. Оценка источников и стоков этих газов, роль природной и антропогенной составляющих в потоках, учет циклических колебаний их концентраций и среднегодовой температуры в ледниковые и безледниковые периоды показали (лаборатория *Экспериментальной геофизики*), что влияние углекислого газа на глобальное потепление не выглядит решающим. Значение метана существеннее. В настоящее время происходит очередное изменение климата в сторону потепления, в основном, по-видимому, под действием природных факторов, хотя в отличие от доиндустриальных колебаний климата антропогенная составляющая этого

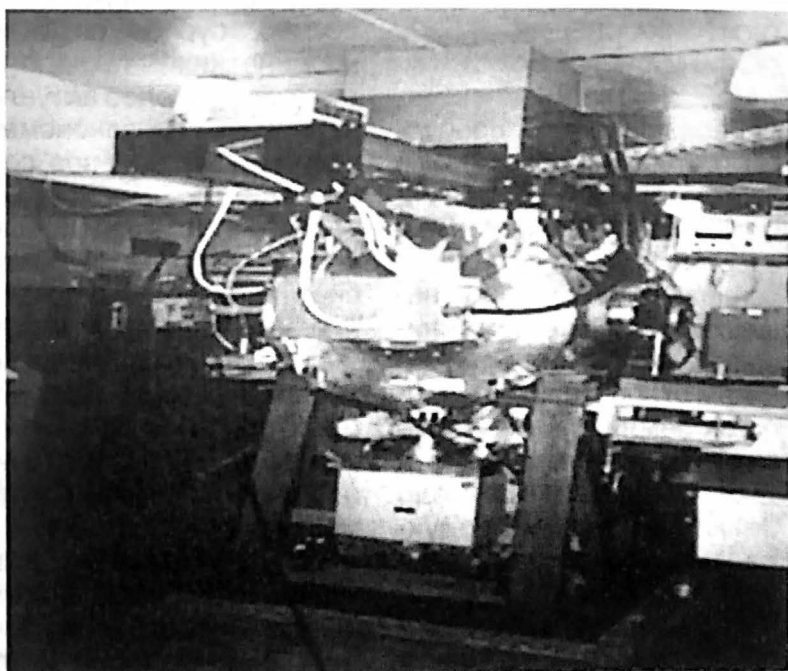
процесса вносит соответствующий вклад в парниковый эффект.

В Институте изучаются эффекты, связанные с **воздействием магнитосферных источников энергии на среду обитания человека** (лаборатория *Магнитосферно-земных связей*). Взаимодействие плазменных образований, идущих от Солнца, с геомагнитным полем — причина значительной части этих эффектов. Те же механизмы ответственны за магнитные бури и суббури. На поверхности Земли возникают высокоамплитудные вариации магнитного поля, оказывающие вредное, а иногда и катастрофическое воздействие на наземные и подземные газо- и нефтепроводы, энергетические, коммуникационные и информационные системы, работу радиопередающих станций. Самочувствие людей, особенно метеочувствительных, также

во многом определяется этими вариациями.

Среди существенных источников магнитосферных возмущений большой интерес представляют области и процессы **взаимодействия плазменных потоков с геомагнитным полем**. В настоящее время известно немало данных о возмущениях плазменного слоя в хвосте магнитосферы на расстояниях 10–15 радиусов Земли, которые прямо связаны с геомагнитными возмущениями на поверхности Земли и изменениями свойств ионосферы и атмосферы. В то же время имеющихся данных наблюдений пока не достаточно для разработки физической модели обнаруженных взаимодействий. В этих условиях велика роль модельных экспериментов, позволяющих исследовать физические механизмы описанных эффектов.

Лабораторные эксперименты по исследованию

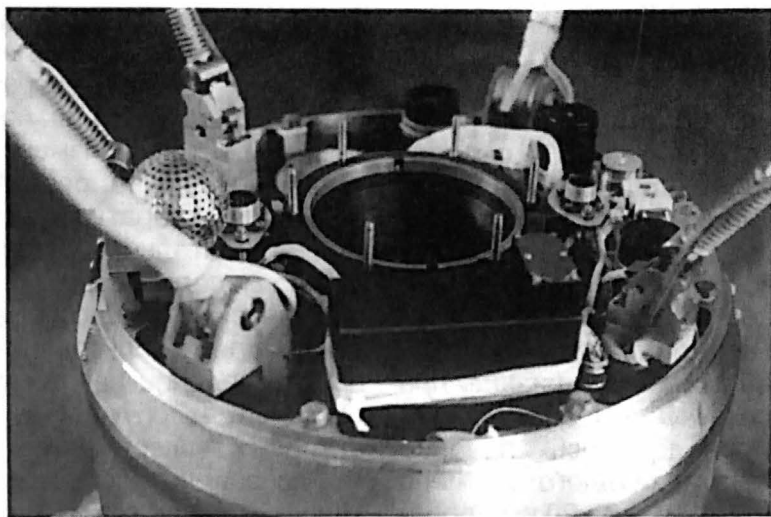


Испытательный стенд "Факел", на котором моделируются процессы в плазменном потоке в хвосте магнитосферы во время магнитных бурь и суббурь.

эффектов, обусловленных взаимодействием потока плазмы и поперечного магнитного поля, проводятся на стенде "Факел", где моделируются процессы, сопровождающие движение плазменного потока в хвосте магнитосферы в период магнитных бурь и суббурь и приводящие к изменению свойств нижней атмосферы.

Для натурных исследований взаимодействия движущихся с космическими скоростями плазменных потоков и окружающей среды в Институте разработаны взрывные генераторы плазменных струй, распространяющихся со скоростями до 60 км/с и энергией до 6 МДж (лаборатория *Нестационарных процессов в геофизике*). Параметры генераторов позволили их эффективно использовать в серии международных **активных геофизических ракетных экспериментов (АГРЭ)**. Основной задачей исследований, проводимых с помощью АГРЭ, является изучение в реальной геофизической среде процессов и явлений, возникающих в верхних геосферах под действием внешних и внутренних факторов, а также возможных механизмов передачи естественных и техногенных возмущений в нижнюю атмосферу и на поверхность твердой Земли.

В совместных российско-американских АГРЭ



"Fluxus" и "North Star" исследовалось взаимодействие искусственных плазменных потоков, распространяющихся параллельно и перпендикулярно геомагнитному полю, с реальной геофизической средой на различных географических широтах и высотах от 150 км до 400 км. В этих экспериментах изучалась реакция ионосферы и магнитосферы Земли на импульсное воздействие высокоскоростной плазменной струи. Полученные разными методами и средствами наземного и космического базирования экспериментальные данные оригинальную информацию о динамике процессов в системе магнитосфера-ионосфера и обнаружили новые явления, объяснение которых требует проведения дальнейших исследований.

В ИНТЕРЕСАХ
НАЦИОНАЛЬНОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ

Традиционно, еще со времен Спецсектора ИХФ РАН, занимавшегося про-

блемами воздействия ядерных взрывов, в Институте ведутся исследования в интересах национальной безопасности. Выполняя задания Минобороны и Минатома, Институт решает ряд фундаментальных и практических задач. Так, создана физико-математическая модель состояния окружающей среды и распространения радиоволн на трассах радиосвязи во время солнечных вспышек, магнитных бурь и множественных взрывов (лаборатория *Электродинамических процессов в геофизике*). Развиваются сейсмический, инфразвуковой и гидроакустический **методы контроля за нераспространением ядерного оружия** и обеспечением Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний. Специально исследованы возможности повышения устойчивости и долговременной эксплуатации важнейших подземных сооружений. Проводятся также исследования, связанные с развитием современных средств вооружения и так называе-

мого геофизического оружия.

Богатый теоретический материал накоплен в Институте по процессам, сопровождающим удары космических тел (астероидов, комет и метеоритов) по суше и водной поверхности Земли (лаборатория *Динамических процессов в геофизике при сильных воздействиях*). Исследовалось падение тел различного размера (от 1–10 м до 20 км), представляющее собой сложное геофизическое явление, которое в зависимости от размера и энергии тела приводит к локальным, региональным или даже глобальным изменениям окружающей природной среды. Здесь речь идет об интересах не только национальной, но и глобальной безопасности.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ БАЗА

Развитие приборно-методической базы геофизических исследований обеспечивает экспериментальными методиками фундаментальные и прикладные

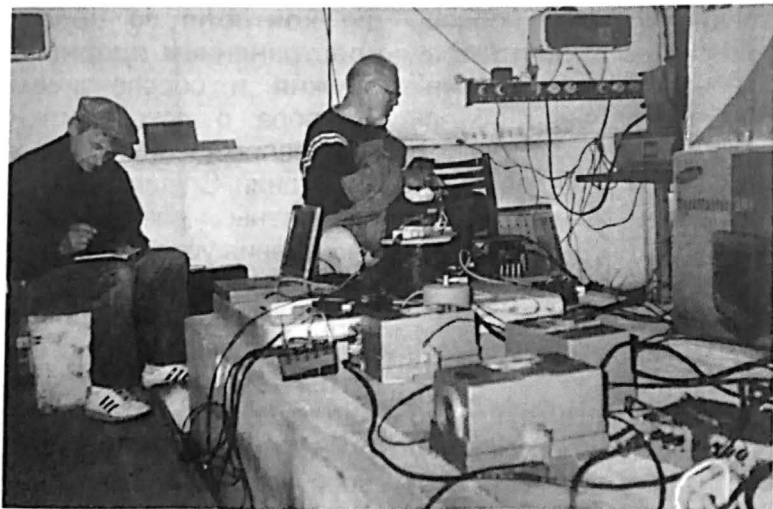
исследования Института. Развитие этого направления идет по линии разработки и изготовления новых уникальных измерительных датчиков, регистраторов и аппаратуры для экспериментальных стендов по моделированию геофизических процессов, а также для использования при проведении наземных ракетных и спутниковых активных экспериментов.

Экспериментальные установки Института позволяют моделировать геофизические процессы в различных средах. Помимо отмеченного ранее стенда “Факел” имеется комплекс “Взрыв-1” для моделирования газокINETического взаимодействия плазменного потока с ионосферой и магнитосферой на разных высотах и отработки новых способов получения плазменных потоков. Другой комплекс, “Массив”, предназначен для изучения механизма деформирования скального массива при динамическом воздействии, стенд “Фильтрация” – для моделирования процессов фильтрации жидкости и га-

за в коллекторах различной пористости. Ведется отработка оригинального скважинного источника периодических сейсмических волн для просвечивания массивов горных пород и воздействия на нефтегазовые коллекторы с использованием газовых взрывчатых смесей.

В 80 км от Москвы, вдали от промышленных объектов, расположен **геофизический стационар ИДГ “Михнево”**. Экспериментальные задачи, решаемые там, объединены в три научных направления: изучение внутреннего строения Земли, процессов в атмосфере, ионосфере и магнитосфере Земли, а также исследование мегаполиса как источника сильных техногенных возмущений геофизических полей по сравнению с “чистыми” условиями.

Возмущения авроральной и среднеширотной ионосферы исследуются с использованием радиофизической, магнитометрической и фотометрической аппаратуры. В “Михнево” разрабатываются также методы **краткосрочного прогноза состояния ионосферы** в западном секторе **Российской Арктики**. На территории стационара оборудована широкополосная **цифровая сейсмическая станция**, которая с 1957 г. непрерывно регистрирует все сейсмические события.



Сейсмическая аппаратура, установленная в шахте стационара Института динамики геосфер “Михнево”.

Она включена в Европейскую систему сейсмических наблюдений "Геофон".

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СВЯЗИ.
ПОДГОТОВКА НАУЧНЫХ
КАДРОВ

Современный уровень исследований ИДГ поддерживается научными контактами с зарубежными университетами и институтами: ведутся исследования в совместных научных программах. География научных связей охватывает США, Канаду, Германию, Японию, а также страны СНГ – Белоруссию, Казахстан. Институт динамики геосфер РАН входит в Корпорацию сейсмологических институтов "IRIS" (США).

В Институте ведется подготовка молодых ис-

следователей. В Институте функционирует базовая кафедра Московского физико-технического института "Геофизика сильных возмущений", готовящая молодых ученых по специальности "Физика взаимодействия и динамика геосфер". В рамках выполнения программы "Государственная поддержка интеграции высшего образования и фундаментальной науки" Московским физико-техническим институтом и Институтом динамики геосфер организован совместный Учебно-научный центр (УНЦ) "Фундаментальные физические и гидродинамические процессы в геосферах".

Таким образом, на протяжении более чем 10-летнего периода функционирования ИДГ РАН коллек-

тив Института определил свое направление в геофизике. Сотрудники института активно участвуют в федеральных научно-технических программах, программах Президиума РАН и Отделения наук о Земле "Изменение окружающей среды и климата: природные катастрофы", "Глубинное строение Земли, геодинамика, магнетизм, взаимодействие геосфер", "Проблемы зарождения биосферы Земли и ее эволюция", "Наночастицы в геосферах Земли: условия нахождения, технологические и экологические следствия", "Физика атмосферы, электрические процессы, радиофизические методы исследований".

Информация

Вулканы, открытые со спутника

Необитаемые Южные Сандвичевы острова (между Южной Америкой и Антарктидой), частично открытые 180 лет назад российской экспедицией Ф. Беллинсгаузена и М. Лазарева, редко посещаются человеком.

Только в начале XX в. геологи установили, что вся островная гряда имеет вулканическое происхождение, по-видимому очень древнее, так как никаких свежих извержений в последние тысячелетия не было обнаружено. Эти представления подверглись сомнениям, когда в 1966 г. к берегам Новой Зеландии прибило "плоты" и отдельные комья относительно молодой лавы, приплывшие сюда от берегов Южных Сандвичевых островов. Где именно действовал вулкан, нельзя установить. Но он

не мог находиться на центральном острове Монтагью, крупнейшем во всем архипелаге. Всего несколько лет назад группа исследователей, ненадолго высадившихся на островке в 60 км к северу от Монтагью, убедилась, что весь район высочайшего пика Белинда (1370 м над уровнем моря) и его окрестностей полностью покрыт снегом и льдом. Никаких следов извержения вулкана не было видно.

Но когда над Южными Сандвичевыми островами пролегла орбита одного из спутников NASA, обнаружилось много интересного. Радиометр с весьма высокой разрешающей способностью позволил разглядеть даже мелкие детали земной поверхности. Было установлено, что на острове Монтагью в период между мартом 1995 г. и февралем 1998 г. происходило что-то похожее на извержение, при этом временами над островом вздымался редкий дымок.

Исследовав снимки, геологи и вулканологи сделали вывод: весь остров представляет собой стратовулкан (состоящий из перемежающихся слоев твердой остывшей ла-

вы и рыхлых материалов). Возможно, все началось с мощного вулканического взрыва и излияния пород на дне океана, находящегося сегодня на глубине 2 км. В результате вулканических событий образовался нынешний остров почти правильной четырехугольной формы размером 15 на 20 км.

Приборы, установленные на ИСЗ, позволили открыть на вершине горы Майкл, покрытой ледниками (остров Сондерс того же архипелага), пылающее среди льдов лапоевое озеро. Исследуя этот район, геофизики обнаружили, что по дну моря Скоша примерно в 100 км к востоку от гряды Южных Сандвичевых островов и параллельно им проходят крупный подводный желоб и Южно-Английская котловина. Здесь Южно-Американская плита земной коры движется на запад и активно погружается под соседнюю плиту.

Bulletin of the Global Volcanism Network, 2003, 28, 2

Экологическая история орбитального комплекса “Мир”

С. В. КРИЧЕВСКИЙ,

кандидат технических наук

Экологический центр Института истории естествознания
и техники им. С. И. Вавилова РАН

В статье анализируются аспекты экологической истории российского космического пилотируемого орбитального комплекса (ОК) “Мир” (20.02.1986 – 23.03.2001), выполненного на основе методологии нового комплексного научного направления и перспективной учебной дисциплины “Экологическая история техники”, разработанные автором в ИИЕТ РАН. Рассматриваются общая характеристика экологического баланса масс и загрязнения окружающей среды, связанные с ОК “Мир”. Автор делает соответствующие экологические и экономические оценки, основные выводы о необходимости разработки и реализации мер, направленных на экологизацию космической деятельности в целях экологической безопасности и повышения эффективности космических полетов.

В нашем журнале эта интересная проблема освещается впервые. Разумеется, автор высказывает и отстаивает свою точку зрения и готов ознакомиться с критическими замечаниями коллег.

Экологическая история техники – это новое комплексное научное направление, предназначенное для реконструкции, отражения, воспроизведения в научном знании совокупности экологических характеристик эволюции техносферы как процесса взаимодействия человека, общества и природы. Цель – получение новой информации для решения актуальных и перспективных проблем выживания и развития человечества. Сделана попытка применения методологии экологической истории техники для анализа реального сложного объекта аэрокосмической техники на полном жизненном цикле его существования.

Экологические проблемы ракетно-космической техники (РКТ) и космической деятельности в России и мире в последние годы стали предметом систематических исследований, что обусловлено повышенным риском, нарастающими негативными экологическими, социальными и экономическими последствиями, объективным процессом экологизации техники.

Судьба станции “Мир” – уникального крупнейшего космического объекта, созданного Россией вне Земли в XX в., привлекла всеобщее внимание, особенно на завершающем этапе, в связи с назревшими техническими, экологическими, культурологическими, экономическими и другими проблемами. В 1989–98 гг. автор занимался вопросами эксплуатации станции, готовился к длительному космическому полету, в 1999–2001 гг. опубликовал ряд работ, предложив проект, минимизирующий

риск экологических и других последствий ликвидации станции "Мир" (Кричевский С. «"Мир": уничтожить нельзя спасти... Где поставить запятую?», Техника-молодежи, 2000, № 1). В 2001–02 гг. автором статьи выполнен анализ экологической истории пилотируемого комплекса.

Ограничившись преимущественно "внешним" (общие экологические характеристики) анализом экологического баланса, на основе неполных данных, рассмотрим основные аспекты **экологической истории** ОК "Мир", рекордно просуществовавшей 15 лет и 1 месяц (с 20 февраля 1986 г. по 23 марта 2001 г.) на околоземной орбите с наклоном 51.6° и высотой 300–450 км (Земля и Вселенная, 1997, № 3; 2001, №№ 1, 2). Заметим, что этот успех достигнут благодаря новым научным и технологическим достижениям, опыту создания и эксплуатации ракетно-космической техники – носителей, космических кораблей и станций, а также профессиональной подготовке космонавтов и других специалистов.

Полный жизненный цикл "Мира" можно разбить на три этапа:

- создание (разработка, производство, выведение в космос, сборка на орбите);
- эксплуатация (функционирование комплекса, управление им, его обслуживание, включая ремонт, проведение экспериментов экипажами);
- ликвидация.

Производство, запуск модулей, сборка станции

продолжались до 1996 г. (10 лет), то есть ее эксплуатация началась на этапе создания. Всего по программе "Мир" с космодрома Байконур запущено 102 ракеты-носителя, на завершающем этапе масса станции составляла около 140 т, из них примерно 14 т – научное оборудование, конструкция состояла из 6 состыкованных модулей массой до 20 т каждый и других элементов. Использовано: 6 ракет-носителей "Протон" стартовой массой порядка 700 т каждая, 96 РН "Союз" массой до 310 т каждая для запуска 32 транспортных кораблей "Союз" и 64 грузовых кораблей "Прогресс" (масса каждого около 7 т). Общая стартовая масса, таким образом, около 35 тыс. т. Кроме того, 9 полетов к станции совершили многократные транспортные космические корабли (МТКК) "Спейс Шаттл" (США) по международной программе "Мир – NASA", запущенные с космодрома на мысе Канаверал в 1995–98 гг. Как правило, в полетах выполнялись и другие задачи, поэтому запуски кораблей "Спейс Шаттл" лишь частично можно включить в общий экологический баланс станции "Мир". Скажем, почти 50% от общей стартовой массы многократной системы (близко к 2000 т при запуске), то есть всего 9 тыс. т.

Подсчитан экологический баланс масс и соответствующих загрязнений (отходов) для этапов создания (выведение и сборка на орбите) и эксплуатации станции "Мир".

Общая стартовая масса при запусках составила более 43 тыс. т, причем полезный груз (включая станцию "Мир", все корабли, экипажи, расходные материалы) – около 2%, а отходы – 98%, из них 90% – ракетное топливо и 8% – масса отработавших ступеней носителей, упавших преимущественно на сушу в районах падения первых ступеней в Карагандинской области (Казахстан) и вторых – на Алтае (Россия). При этом в атмосфере и на поверхности Земли произведен значительный объем загрязнений окружающей среды. Даже с высокоэнергетическими компонентами ракетного топлива у всех использованных ракет-носителей была низкая **массовая эффективность**, то есть коэффициент полезного действия (КПД) в пределах 1–3%. Они создали сверхмощные залповые выбросы при старте и по траектории полета. Это относится и к запускам "Шаттлов" (при этом их твердотопливные ускорители и топливные баки падали в океан). Кроме того, неиспользованные жидкие остатки топлива (в том числе сверхтоксичные компоненты топлива РН "Протон") в отработанных ступенях отечественных носителей загрязняли атмосферу и поверхность. При этом также возникали и другие мощные неблагоприятные воздействия на людей и окружающую природную среду (акустические, электромагнитные и т.д.).

Если учесть в полном жизненном цикле "Мира"

все этапы производства и испытаний РКТ (добычу полезных ископаемых, энергоресурсов, их переработку, транспортировку, работу множества предприятий космической отрасли и других объектов наземной инфраструктуры), то суммарные объемы загрязнений, масштабы воздействий и последствий надо увеличить в 100 раз, так как в цикле "добыча полезных ископаемых – производство" КПД примерно 1–3%, а отходы 97–99%.

Таким образом, в результате полета орбитального комплекса "Мир" **суммарный объем загрязнений** превысил 4 млн. т (!). Это оказало длительное вредное и даже опасное воздействие на природную среду и здоровье людей (специалистов, работающих с техникой, населения, живущего вблизи предприятий, космодромов, в районах падения и на прилегающих территориях).

На станции "Мир" работало более 100 человек – космонавты СССР/России, Европейского союза, США, других стран, осуществлено 28 основных (длительных) экспедиций и 12 экспедиций посещения (Земля и Вселенная, 2001, № 5). Важно отметить, что все они, несмотря на повышенный риск, выполнили задачи и благополучно вернулись на Землю. В течение 15 лет на борту орбитального комплекса в среднем непрерывно находилось 2 человека (общий суммарный налет составил около 30 человеко-лет).

Несмотря на значительные усилия и достижения в

обеспечении медицинской безопасности космонавтов, побывавших на "Мире", комплексное воздействие неблагоприятных факторов космических полетов (особенно длительных) в ряде случаев привело к отклонениям в состоянии здоровья и заболеваниям во время полета, сложностям в реабилитации после возвращения на Землю. Существует повышенный риск отдаленных неблагоприятных последствий для здоровья и жизни космонавтов, а также членов их семей.

На борту станции "Мир" в гермоотсеках образовывались отходы жизнедеятельности и работы экипажа (около 4 кг/человек/сутки), то есть за полгода полета двух человек возникала "помойка" массой в 1 т и объемом в несколько кубических метров (!). Накапливалось порядка 2 т отходов в год, за 15 лет общий объем удаленных отходов составил более 30 т. До 1995 г. отходы в герметичных контейнерах шлюзовали и отстреливали за борт (прекращено в целях сокращения мусора, опасного для космических объектов, в том числе для станции), а в дальнейшем увозили пустыми "грузовиками" и "Шаттлами". Вокруг станции образовалась загрязненная внешняя атмосфера (из продуктов работы двигателей, топлива, микрочастиц краски и других покрытий с внешних поверхностей, различных предметов в результате работы космонавтов в открытом космосе), прости-

равшаяся на десятки метров и мешавшая проведению исследований с применением бортовой оптической аппаратуры.

Для обеспечения рабочего состояния станции и поддержания жизнедеятельности людей на нее ежегодно доставлялось свыше 10 т топлива, воды, газов, продуктов питания, оборудования, расходных материалов, что за 15 лет составило 150–200 т, то есть через нее прошла "расходная" масса больше, чем полная масса самой станции в конце ее полета. Кроме того, благополучно перемещено по траектории Земля – космос – Земля около 8 т "живого вещества" (такова общая масса всех людей, побывавших на "Мире"). На станции была достигнута частичная замкнутость экосистемы, что позволило сэкономить более 10 т воды.

Все транспортные корабли "Союз" (массой 6–7 т) возвращались на Землю, при этом только их спускаемые аппараты (массой до 2,5 т) с небольшим грузом (по 50 кг) и экипажами благополучно приземлились; топливо и другие отсеки сгорали в атмосфере, оставляя шлейфы загрязнений. Все грузовые корабли "Прогресс" (массой более 6 т) на 80–90% сгорали в атмосфере, большинство несгоревших фрагментов упали в океан. "Прогрессы" возвратили на Землю несколько капсул с грузами и аппаратурой. После возвращения все спускаемые аппараты и капсулы стали непригодны (за исключе-

нием незначительной массы оборудования, использованного повторно). Таким образом, 96 кораблей дали более 600 т отходов (из них около 440 т сгорело в атмосфере; вернулись примерно 100 т, представлявшие собой спускаемые аппараты и капсулы; 60 т упали в океан).

Ликвидация ОК "Мир" была выполнена путем сжигания в атмосфере и затопления ее остатков в Мировом океане 23 марта 2001 г. В атмосфере Земли сгорело и рассеялось вещество (в виде шлейфа загрязнений в сотни километров) массой более 115 т. Остальные примерно 25 т роеном из более чем 1500 раскаленных обломков упали в южной части Тихого океана восточнее Новой Зеландии в полосе длиной 3–6 тыс. км и шириной 200 км.

К счастью, во время прекращения полета "Мира" жертв и разрушений на Земле не было. Однако реальный риск существовал, о чем свидетельствовала напряженность накануне и в процессе ликвидации станции – не только в России, но и еще в 80 странах, над которыми проходила траектория полета "Мира" (в диапазоне широт от 52° с.ш. до 52° ю.ш.). Росавиакосмос застраховал риски

возможного ущерба на сумму в 200 млн. долларов. За несколько суток до события Россия оплатила страховой взнос в 1.2 млн. долларов, то есть 0.6% страховой суммы.

Росавиакосмос проект ликвидации станции "Мир" не представил на обязательную государственную экологическую экспертизу. Он был реализован с грубыми нарушениями национального экологического законодательства (Федеральный закон России "Об экологической экспертизе", 1995), чем создан вредный и опасный прецедент. В результате мы потеряли 1.5–3 млрд. долларов (по оценкам, такой была остаточная стоимость станции "Мир" в 1999–2000 гг.). Упущен шанс использовать ценное научное оборудование и другие элементы конструкции на создаваемой Международной космической станции, а также вернуть часть уникальных элементов конструкции и материалов на Землю для их исследования и сохранения как объектов национального и всемирного культурного наследия.

Затраты СССР и России на станцию "Мир" составили около 4 млрд. долларов (официальные

данные, вероятно, занижены в 2–3 раза). Стоимость 1 кг полезного груза (самой станции и других грузов) составила 10 тыс. долларов. При этом 1 год жизни 1 человека в космосе обошелся в 130 млн. долларов (400 тыс. долларов/сут). Это очень дорого, – в тысячи раз (!) больше, чем требуется на Земле. **Очевидно, что при таких расходах и существующей технике пока невозможно массовое расселение людей в космосе.**

Прошло более двух лет после завершения работы и ликвидации космической станции "Мир". Однако многие экологические проблемы и уроки этого уникального научно-технологического эксперимента мирового уровня до конца не исследованы.

Между тем это необходимо сделать в связи с созданием МКС (строится с 1998 г. на околоземной орбите): ее параметры близки к параметрам станции "Мир". По проекту МКС должна достичь массы свыше 400 т, при более сложной конфигурации и больших по сравнению с комплексом "Мир" размерах (Земля и Вселенная, 1999, № 2). Когда-то неиз-

Таблица

Экологический баланс масс для этапа ликвидации космической станции "Мир" (приближенные оценки)

ОК "Мир" перед ликвидацией	Конструкция, снаряжение, материалы, топливо	Научное оборудование	Ликвидированная масса	Сгоревшая масса (загрязнения атмосферы)	Несгоревшая масса (фрагменты, упавшие в океан)
140 т	126 т	14 т	140 т	115 т	25 т
100%	90%	10%	100%	82%	18%

бежно наступит момент ликвидации и МКС (через 15–20 лет эксплуатации). Однако этап ликвидации МКС не рассматривается в проектной документации и соответствующих планах. Проект МКС (как и проект “Мира”) создавался и реализуется без обязательной экологической экспертизы, то есть без учета экологических требований и анализа альтернативных вариантов. Экологически грязная, но формально успешная ликвидация станции “Мир” вызвала эйфорию и явно неадекватную реакцию ряда специалистов космической отрасли. Они заявили, что в России отработана технология ликвидации крупных космических объектов (сжигание в атмосфере Земли и затопление несгоревших фрагментов в Мировом океане), которая будет использована и при ликвидации МКС.

Экологические уроки ОК “Мир” пока не усвоены, остаются открытыми острые вопросы о грубых нарушениях экологического законодательства и анти-экологической сущности технологии ликвидации крупных объектов, о реальной угрозе вследствие чрезмерного риска и значительных загрязнений, возникающих при использовании данной технологии. Обсуждение и решение этих актуальных вопросов необходимо для выбора и реализации эколого-безопасных вариантов ликвидации утилизации крупных фрагментов космического мусора, что неизбежно предстоит сде-

лать применительно к МКС и другим объектам.

Исследование показало, что методология экологической истории техники позволяет получить новую информацию, ответы на актуальные вопросы и выработать эффективные решения, важные для развития техники и общества. Данный подход и его результаты могут успешно использоваться и в образовательном процессе (специальный курс, включенный в другие учебные дисциплины экологического и инженерного профиля).

Каковы же основные выводы, которые можно сделать из всего сказанного?

– Анализ, выполненный на основе методологии экологической истории техники, позволил сделать предварительную оценку экологических аспектов станции “Мир” на полном жизненном цикле существования и содержит новую информацию о свойствах РКТ, воздействиях на людей и природу, лучше оценить технику и скорректировать ее развитие.

– Станция “Мир” была создана в “дозэкологическую” эпоху, эксплуатировалась в процессе возникновения экологических норм и ликвидирована с грубыми нарушениями экологического законодательства. Это свидетельствует о большом разрыве между правовыми нормами и реальной ракетно-космической деятельностью, ее экологическом отставании от других (“земных”) сфер деятельности, а так-

же колоссальных резервах экологизации ракетно-космической техники.

– Целесообразно продолжить исследования экологической истории орбитального комплекса “Мир” для получения более точных и полных данных, совершенствования методологии экологической истории техники.

– Опыт исследования экологической истории станции “Мир” и данный методологический подход могут быть применены для анализа других объектов техники (МКС, самолетов и т.д.), в том числе для экологической реконструкции, сравнительного анализа, экологизации ракетно-космической, авиационной и другой техники и деятельности, при решении конверсионных и прочих задач, а также для экологического образования профессионалов.

– По экономическим основаниям и экологическим ограничениям массовое расселение людей в космос и жизнь вне Земли при существующей РКТ невозможны. Необходим переход к новой технике на базе принципиально новых технологий и экологизации аэрокосмической техники.

– Предлагается ввести международный мораторий на сжигание в атмосфере Земли и затопление в Мировом океане крупных космических объектов и их фрагментов, разработать и ввести в действие законодательные акты для стимулирования внедрения эколого-безопасных технологий на полном жизненном цикле существова-

ния крупных космических объектов, подобных орбитальному комплексу "Мир" и Международной космической станции.

По моему убеждению, **ужесточение экологических требований** к пилотируемым полетам, экологизация ракетно-космической техники могут и должны дать новый мощный импульс развитию космонавтики. Без этого неизбежен технологический, экономический, экологический и социальный тупик на космическом пути.

В качестве важного исторического и технологического примера приведу идеи Ф.А. Цандера, который еще в начале XX в. предложил использовать в полете в качестве ракетного топлива (горючего) части "космолета", ставшие ненужными (сжигать их). Это можно было бы сделать и с конструкцией "Мира": пристыковывать к ней новые модули, что-то возвращать на Землю, ос-

тальное измельчать, расплавлять и сжигать для поддержания на орбите. При этом существенно сэкономили бы на доставке сверхдорогого ракетного топлива грузовыми кораблями с Земли, что, в свою очередь, сократило бы количество пусков ракет и объем загрязнений. Это вполне возможно и для МКС, что весьма актуально в связи с ее колоссальной стоимостью в 100 млрд. долларов.

Зачем же нам продолжать тупиковое развитие космонавтики, создавая крупные объекты, а затем превращать их в мусор, сжигать в атмосфере и топить в океане, загрязняя Землю? Давно пора космические объекты, материалы, энергию и средства, потраченные на создание и выведение их на орбиту (а это не менее 10 тыс. долларов/кг), использовать для самих космических полетов. Будет

двойная выгода: экологическая и экономическая.

Но для этого необходима адекватная экологическая политика в сфере космической деятельности, а не тупая коммерциализация, которая осуществляется с грубым нарушением экологического законодательства в России, США и во всех других космических державах. Увы, но космонавтика уже значительно отстала в экологизации от воздушного и автомобильного транспорта, от многих других земных отраслей.

У нас есть не только большие достижения и богатый опыт космических полетов, но и огромные резервы для экологизации космической деятельности. Орбитальный комплекс "Мир", его экологическая история и уроки — это хороший пример для анализа, дискуссий и реализации экотехнологий на пути в космос.

Информация

Катастрофа на бразильском космодроме

Третья попытка Бразилии стать девятой после России, США, Франции, Японии, Китая, Англии, Индии и Израиля (Земля и Вселенная, 2000, № 1) космической державой закончилась трагедией. 22 августа 2003 г. в 16 ч 30 мин по Гринвичу во время предстартовой подготовки РН "VLS-1" и двух ИСЗ на стартовом комплексе космодрома

Алкантара (северо-восточное побережье Бразилии) произошел взрыв носителя. По ложной команде системы управления ракеты произошло зажигание одного из четырех твердотопливных стартовых ускорителей первой ступени. Работающий двигатель привел к нагреву корпуса ракеты-носителя, воспламенению топлива и взрыву. При взрыве погиб 21 человек и 20 ранены, разрушено стартовое устройство и выгорел участок джунглей около комплекса. Материальный ущерб оценивается в 6,5 млн. долларов.

Старт планировали на 25 августа, предполагалось вывести на орбиту бразильские спутники — технологический "Satelc"

(масса 65 кг) и экспериментальный студенческий "Unosat-1" (масса 8,83 кг). Два предыдущих запуска РН тоже закончились неудачей: 2 ноября 1997 г. не включился один из ускорителей первой ступени и ее пришлось подорвать на 65-й с полета. 11 декабря 1999 г. на активном участке внезапно включилась вторая ступень, и через 200 с после старта ракета взорвалась. Несмотря на серию неудач, Бразильское космическое агентство (АЕВ) заявило, что следующий запуск планируется на 2006 г.

По материалам АЕВ и информационных агентств

Надо ли их искать?

Б. И. ФЕСЕНКО.

доктор физико-математических наук
Псковский педагогический институт

Несмотря на отсутствие прямых свидетельств обитания во Вселенной других очагов разума (ОР), на их поиски вот уже более 40 лет затрачиваются материальные ресурсы и интеллектуальные усилия астрономов в десятках стран (Земля и Вселенная, 2003, № 1). Автор данной статьи сомневается в целесообразности подобных поисков в настоящее время.

Прежде всего подумаем, кто мы и кто они. Если вести отсчет с момента появления первых городских поселений или письменности, то возраст земной цивилизации окажется не больше 10 тыс. лет. Надо быть большим пессимистом, чтобы ограничить существование человечества (при научно-техническом уровне не ниже уже достигнутого) несколькими десятками тысяч лет. Скорее всего, впереди не меньше 1 млн. лет. Выказывалась и пессимистическая точка зрения, но это — путь в никуда.

При отсутствии других данных можно допустить, что среднее время жизни похожих космических ОР тоже не меньше 1 млн. лет (**абсолютно непохожие нас не интересуют**). Тогда вероятность того, что взятый наугад ОР превосходит нас по возрасту и, что почти то же самое, по разуму, не меньше $(1\,000\,000 - 10\,000)/1\,000\,000 = 0.99$.

Исходя из такой большой вероятности их превосходства, можно сделать следующие выводы:

1. Поскольку расстояние от нас до них такое же, как и расстояние от них до нас, а они могущественнее, то им легче первыми обнаружить нас, чем нам — их.

2. Тогда из факта отсутствия контакта вытекают две возможности: они нас еще не обнаружили или они нас открыли, но не считают нужным идти на контакт.

В первом случае наши шансы обнаружить их близки к нулю. Во втором — близки к нулю шансы на установление кон-

такта с ними. Возможно даже, что они будут противодействовать нам в попытках обнаружить их.

Возможная причина того, что они избегают контакта с нами, следующая. Развитие человечества идет по экспоненте, и мы даже для них оказываемся **не вполне предсказуемыми**. Но они появятся, когда кривая нашего развития достигнет поворотной точки и станет приближаться к горизонтальной асимптоте. Тогда мы сможем общаться как равные и с обоюдной пользой.

До сих пор развитие науки и техники, в которых воплощен совместный опыт и труд **многих людей**, опережало темп изменений в **отдельном человеке**, умственные возможности которого за последние тысячи лет не изменились или изменились мало. Несмотря на то, что интеллект усиливается благодаря возможностям информатики, дальнейшее существование такого несоот-

ветствия чревато гибелью всех людей в ближайшие столетия. Представим себе безумца, стоящего у кнопки, одно нажатие на которую способно разбудить губительные силы, в миллион раз превосходящие те, что подвластны современному человеку.

С другой стороны, везде, где только жизнь появляется, она, образно выражаясь, "выращивает в себе стремление к бессмертию", отсеивая нежизнеспособное. Постепенно подобная тенденция переносится от отдельных живых организмов на их сообщества, и появление разума становится неизбежным. Тем самым материя, порождая жизнь, поддерживает в себе свойство, необходимое для ее вечного существования.

Это свойство материи заключается, во-первых, в **стремлении к бессмертию** и, во-вторых, в способности охватить воедино все присущие ей атрибуты начиная от микромира и кончая мегамиром (то есть в **способности познать саму себя**). И если в сказанном нет изъяна, то к этому неизбежно придут и другие ОР (а их в данном сценарии должно быть много).

Главная трудность — **как найти друг друга**. Вот один из путей к ее преодолению: данный ОР направляет другим ОР послания, содержащие сведения о его пространственно-временных координатах. Проще всего это можно осуществить, поместив в послание фотографию какой-нибудь достаточно (но не слишком) удаленной га-

лактики. На снимке кроме этой галактики всегда видны звезды нашей собственной. Располагая снимком и сведениями о пространственном распределении и движении звезд в данной области Галактики, адресат получает возможность однозначно определить, где мы находимся.

Дело в том, что из-за громадных расстояний до галактик из всех точек сферы радиусом, скажем, в 300 св. лет и с центром в Солнце галактики выглядят совершенно одинаково (морфологические особенности позволяют легко отличить избранную галактику, ее диаметр виден под одним и тем же углом и в направлениях, параллельных друг другу). Это позволяет определить общую для ОР единицу измерения углов и выделить общее направление в пространстве. Остается найти точку (нашего положения), из которой под данным углом зрения на окрестность данной галактики проецируются определенным образом звезды нашей Галактики, как на снимке. Для надежности в послание можно поместить несколько изображений других галактик. Кроме того, галактики надо подобрать так, чтобы вблизи них на сферу проецировались звезды редко встречающихся типов. Используя имеющиеся данные о движениях звезд, адресат сможет определить и момент времени, когда сделаны фотографии. Наконец, адресат будет точно знать, из какого направления пришло послание. Следовательно, он будет ис-

кать нас в узком конусе с вершиной в его резиденции.

Снимок галактики с окружающими ее звездами сразу же вызовет в сознании знакомый образ, цель такого снимка весьма прозрачна — указать адрес отправителя в пространстве-времени (в сущности, это — своеобразный паспорт, позволяющий отличить один ОР от другого). Такое наше послание предполагает, что адресат обладает уровнем развития (хотя бы знаниями в области астрономии), несколько превосходящим наш, и, как и мы, он еще не потерял интереса к контакту.

Современное человечество еще не достигло такого уровня, который позволил бы направлять подобные послания сразу по множеству вероятных адресатов, но ждать, по-видимому, осталось недолго.

До сих пор при анализе вариантов поиска мало обсуждалась возможность сотрудничества между ОР, **возникающего задолго до установления контакта**. Допустим, что мы и другой ОР, ничего не зная друг о друге, стремимся к контакту. Подчеркнем, что речь идет не о связи одного разумного существа с другим, а о контакте двух **очагов разума**. Поэтому задействованные пространственно-временные интервалы намного превышают интервалы, свойственные атомам этих очагов, то есть отдельным разумным существам.

Собираясь возвестить Вселенной о своем сущест-

вовании **способом, рассмотренным выше**, мы можем надеяться, что и некоторые из ОР готовят контакты подобным образом. Если это так, наши поиски соответствующих сигналов приобретают уже некоторую определенность.

Но возможен (и вполне вероятен) иной сценарий, в котором нет места для нашей активности в отношении поиска сигналов из космоса. Понятие электромагнитного поля вошло в обиход во второй половине XIX в. после работ К. Максвелла. Специальная теория относительности и ОТО появились в начале XX в. Впереди вероятны новые открытия такой же важности. А что, если космические ОР используют для связи между собой носители информации, природа которых нам пока неизвестна? В этом случае земляне невольно сообщат другим ОР о своем невысоком (с точки зрения ОР) научно-техническом уровне.

Еще один подход к проблеме поисков появляется, когда **одна галактика порождает в среднем лишь один-два очага разума**. Тогда общее число ОР в пространстве-времени Метагалактики остается по-прежнему очень большим (порядка миллиарда), но взаимные контакты становятся невозможными (по крайней мере, с точки зрения современных знаний). Но и здесь не исключено сотрудничество между ОР, только система разумных миров превращается в систему без обратной связи и напоминает совокупность эстафет. Более старый ОР направляет в очень далекое будущее еще не возникшему, но предсказанному ОР свое послание, не рассчитанное на ответ.

Подведем итог. Научно-технический и мировоззренческий уровень современного человечества, скорее всего, еще не достаточен для эффективного поиска других разумных миров во Вселенной. При

отсутствии данных о “спектре намерений” космических ОР относительно менее развитых миров **не следует спешить и с посылкой сигналов, раскрывающих наше существование**. Подобные действия, касающиеся наших **далеких потомков**, должны быть санкционированы ООН, так как существует опасность непредсказуемого вмешательства в наши дела враждебного разума, пусть даже вероятность этого и очень мала. Вспомним поговорку “Не зная броду, не суйся в воду”. Может быть, нам следует продолжить исследования Вселенной, ожидая, пока земная цивилизация не обретет достаточной мощи. Не объясняется ли “великое молчание Космоса” подобной осторожностью обитающих там очагов разума, еще не открывших более совершенных, чем электромагнитное излучение, носителей информации?

Информация

Многофункциональная адаптивная оптика

18 апреля 2003 г. инженеры Европейской Южной Обсерватории (ESO) установили адаптивную оптику с переменной кривизной волнового фронта на Очень Большом Телескопе (Чили) и протестировали качество получаемого изображения.

Такая оптика позволяет получать изображения с максимально возможным разрешением. Сложная система, разработанная на ESO, будет корректировать световые пучки от

каждого телескопа, входящего в Интерферометр Очень Большого Телескопа (VLTI). Появится возможность наблюдать объекты в сто раз более слабые, чем это возможно сейчас. Система адаптивной оптики, используя комплекс деформируемых зеркал и управляемая компьютером, устраняет искажения изображений, обусловленные атмосферной турбулентностью, и может восстановить изображение 8.2-м телескопа, входящего в Очень Большой Телескоп, в инфракрасной области на длине волны 2 мкм до теоретического предела разрешения (около 0.06", что в 10 раз лучше стандартного предела качества изображения). Без применения адаптивной оптики такое качество

изображения может быть достигнуто только вне земной атмосферы. VLTI сводит пучки излучения от двух или более 8.2-м телескопов в единый фокус, что позволяет значительно улучшить разрешение. Объединение световых пучков двух телескопов с базой 100 м позволяет наблюдать детали, доступные лишь одиночному телескопу диаметром 100 м.

18 апреля 2003 г. система прошла испытание по наблюдению нескольких астрономических объектов и была окончательно подготовлена для астрономических наблюдений.

По материалам ESO
(пресс-релиз 11/03,
13 мая 2003 г.)

НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ: март–апрель 2004 г.

2004 Март

Апрель 2004

1	Луна в 5' севернее Сатурна (10.4 ч)
2	
3	
4	Меркурий в верхнем соединении (01.7 ч) Юпитер в противостоянии (05.1 ч)
5	
6	Луна в 3' севернее Юпитера (15.6 ч) Полнолуние (23.2 ч)
7	Начало прямого движения Сатурна (15.3 ч)
8	
9	
10	Луна в нисходящем узле (23.1 ч)
11	
12	Луна в перигее, диаметр 32' 20" (03.9 ч)
13	Луна в последней четверти (21.0 ч)
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	Весеннее равноденствие (06.8 ч) Новолуние (22.7 ч)
21	
22	Луна в 4' южнее Меркурия (04.8 ч) Максимум блеска звезды R Кассиопеи
23	
24	Луна в восходящем узле (04.9 ч) Луна в 2' южнее Венеры (21.2 ч)
25	
26	Покрытие Марса Луной (00 ч)
27	Луна в апогее, диаметр 29' 33" (07.0 ч) Луна в 2' севернее Сатурна (19.4 ч)
28	Луна в первой четверти (23.8 ч) Меркурий в наибольшей элонгации 19° E (12.3 ч)
29	Венера в наибольшей элонгации 46° E (16.4 ч)
30	
31	

1	Луна в 3' севернее Юпитера (19.3 ч) Максимум блеска звезды X Змееносца
2	
3	Венера проходит по скоплению Плеяд
4	
5	Полнолуние (11.1 ч)
6	Начало попятного движения Меркурия (21.0 ч)
7	Луна в нисходящем узле (05.1 ч)
8	Луна в перигее, диаметр 32' 47" (02.4 ч)
9	
10	
11	
12	Луна в последней четверти (03.8 ч)
13	
14	
15	
16	
17	Меркурий в нижнем соединении (01.1 ч)
18	
19	Новолуние (13.4 ч) Частное солнечное затмение, невидимое в России
20	Луна в восходящем узле (11.7 ч)
21	Максимум метеорного потока Лирид (23 ч)
22	
23	Луна в 1' южнее Венеры (10.2 ч) Луна в 2' севернее Марса (20.8 ч)
24	Луна в апогее, диаметр 29' 29" (02.4 ч)
25	Луна в 5' севернее Сатурна (06.3 ч)
26	
27	Луна в первой четверти (17.5 ч)
28	
29	
30	Луна в 4' севернее Юпитера (02.0 ч)

Эфемериды Солнца

Дата	α		δ		45°		55°		65°	
	ч	м	°	'	восход	заход	восход	заход	восход	заход
Март 1	22	48.9	-07	32	06 38	17 47	06 50	17 36	07 11	17 17
11	23	26.0	-03	40	06 19	18 01	06 24	17 56	06 33	17 49
21	00	02.6	+00	17	06 02	18 14	06 00	18 16	05 56	18 20
31	00	39.0	+04	12	05 42	18 27	05 33	18 35	05 19	18 51
Апрель 10	01	15.6	+08	00	05 24	18 39	05 09	18 55	04 42	19 23
20	01	52.6	+11	34	05 06	18 52	04 44	19 15	04 04	19 55
30	02	30.3	+14	49	04 51	19 04	04 22	19 35	03 28	20 29

Пример. Определить время восхода Солнца 26 марта 2004 г. в Санкт-Петербурге (широта 59°55', долгота 2°01", $n = 3$).

По таблице "Эфемериды Солнца" интерполируем по широте значение среднего солнечного времени восхода Солнца на 26 марта 2004 г., получается 05°42". Вычтем из этого значения долготу места и прибавим номер часового пояса ($n = 3$). В итоге получаем поясное время восхода Солнца 06°41".

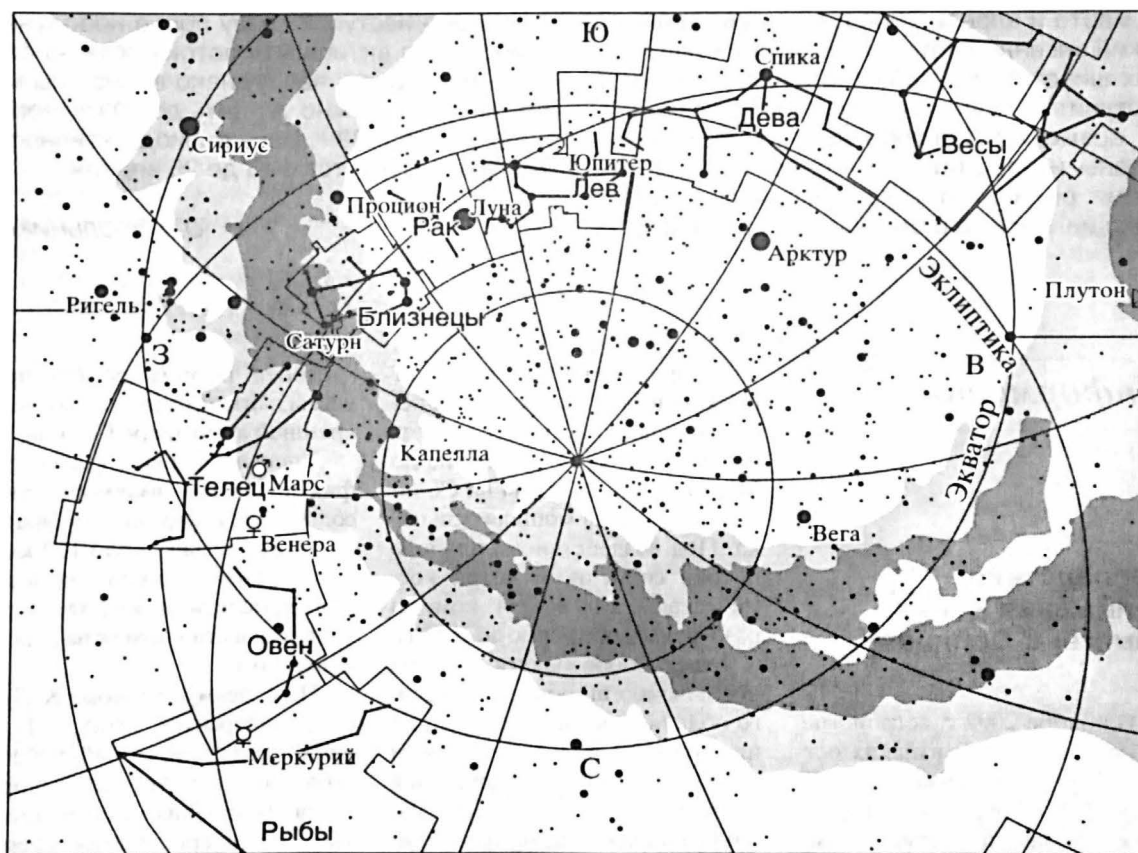
Таблица II

Эфемериды планет

Дата	α		δ		m	d	f	Видимость				
	ч	м	°	'		"		45°	55°	65°	Период	
Меркурий												
Март	1	22	41.9	−10	21	−1.4	4.9	0.99	—	—	—	
	11	23	51.4	−01	58	−1.5	5.2	0.97	—	—	—	
	21	00	58.1	+07	10	−1.0	6.0	0.75	0.9	0.9	0.7	Вечер
	31	01	44.5	+13	45	0.3	7.9	0.36	1.1	1.2	1.3	Вечер
Апрель	10	01	52.6	+14	50	2.9	10.4	0.07	—	—	—	
	20	01	32.0	+10	47	4.8	11.8	0.01	—	—	—	
	30	01	20.5	+06	48	2.0	10.8	0.14	—	—	—	
Венера												
Март	1	01	30.0	+10	26	−4.2	18.0	0.65	4.2	4.7	5.7	Вечер
	11	02	11.5	+15	05	−4.2	19.6	0.60	4.3	4.9	6.1	Вечер
	21	02	52.8	+19	10	−4.3	21.5	0.56	4.5	5.2	6.5	Вечер
	31	03	33.6	+22	33	−4.4	23.9	0.50	4.6	5.3	7.1	Вечер
Апрель	10	04	12.7	+25	08	−4.5	26.8	0.44	4.6	5.4	9.2	Вечер
	20	04	48.4	+26	51	−4.6	30.7	0.38	4.5	5.3	8.4	Вечер
	30	05	17.9	+27	42	−4.6	35.5	0.30	4.2	5.0	7.3	Вечер
Марс												
Март	1	02	56.9	+17	49	1.1	5.6	0.91	5.4	6.1	7.3	Вечер
	11	03	22.9	+19	37	1.2	5.4	0.91	5.1	5.7	6.9	Вечер
	21	03	49.4	+21	10	1.3	5.1	0.92	4.8	5.3	6.5	Вечер
	31	04	16.5	+22	28	1.4	4.9	0.93	4.4	4.9	6.1	Вечер
Апрель	10	04	43.9	+23	28	1.5	4.7	0.93	4.0	4.5	5.5	Вечер
	20	05	11.6	+24	11	1.5	4.5	0.94	3.6	3.9	4.3	Вечер
	30	05	39.4	+24	35	1.6	4.3	0.95	3.2	3.4	2.4	Вечер
Юпитер												
Март	1	11	04.7	+07	28	−2.5	44.5	1.00	12.2	12.5	12.9	Ночь
	11	10	59.8	+07	58	−2.5	44.4	1.00	12.0	12.1	12.3	Ночь
	21	10	55.2	+08	27	−2.5	44.1	1.00	11.3	11.4	11.4	Ночь
	31	10	51.1	+08	51	−2.4	43.4	1.00	10.6	10.5	10.3	Ночь
Апрель	10	10	47.8	+09	10	−2.4	42.6	1.00	9.7	9.6	9.1	Ночь
	20	10	45.5	+09	22	−2.4	41.6	0.99	8.8	8.7	8.0	Ночь
	30	10	44.3	+09	28	−2.3	40.4	0.99	8.0	7.8	6.7	Ночь

Эфемериды планет

Дата		α		δ		m	d	f	Видимость			
		ч	м	°	'		"		45°	55°	65°	Период
Сатурн												
Март	1	06	27.5	+22	46	−0.1	19.3	1.00	9.6	10.6	12.2	Ночь
	11	06	27.3	+22	47	0.0	19.0	1.00	8.7	9.6	11.1	Ночь
	21	06	28.0	+22	48	0.0	18.6	1.00	7.9	8.6	9.9	Ночь
	31	06	29.5	+22	49	0.1	18.3	1.00	7.0	7.6	8.6	Ночь
Апрель	10	06	31.7	+22	49	0.1	18.0	1.00	6.1	6.6	7.3	Ночь
	20	06	34.6	+22	48	0.1	17.7	1.00	5.3	5.6	5.9	Ночь
	30	06	38.1	+22	46	0.1	17.4	1.00	4.4	4.6	4.2	Вечер



Звездные величины, m

- >2.0
- -1.9+1.0
- -1.9-0.0
- 0.1-1.0
- 1.1-2.0
- 2.1-3.0
- 3.1-4.0
- <4.0

Планеты

- ♿ Меркурий
- ♀ Венера
- ♂ Марс
- ♃ Юпитер
- ♄ Сатурн
- ♅ Уран
- ♆ Нептун
- ♇ Плутон

Карта, показывающая расположение звезд и планет в марте и апреле 2004 г. в Москве (построена по программе Red Shift на 31 марта 2004 г. 23⁰⁰).

Меркурий хорошо виден по вечерам над западным горизонтом с середины марта до начала апреля в созвездии Рыб.

Венера ярко заблестит вечером и в первой половине ночи высоко над западным и северо-западным горизонтом в созвездиях Овна и Тельца. В начале апреля она проходит по звездному скоплению Плеяд.

Марс хорошо наблюдать по вечерам в созвездиях Овна и Тельца немного выше и левее Венеры.

Юпитер ярко светится по вечерам и практически всю ночь в созвездии Льва.

Сатурн прекрасно виден в первой половине ночи в созвездии Близнецов выше и левее Венеры и Марса.

МЕТЕОРНЫЙ ПОТОК ЛИРИД

В 2004 г. на европейской части России сложатся благоприятные условия для наблюдения метеорного потока Лирид. В период марта и апреля 2004 г. это единственный яркий весенний поток, хорошо видимый в наших широтах. Его максимальная активность наступит 21 апреля около 23 ч по всемирному времени в центральных районах нашей страны и продлится не более 1–2 ч. В это время радиант потока, находящийся в созвездии Лиры рядом с яркой звездой Вега

(координаты $\alpha = 18.1$ ч, $\delta = +34^\circ$), поднимется высоко над горизонтом. Метеоры будут сверкать на безлунном небе, потому что максимум Лирид наступит сразу после новолуния. Наибольшая активность потока обычно около 15 метеоров в час, однако возможны моменты, когда можно увидеть до 90 метеоров в час, как в 1982 г. Весь период активности Лирид продолжится с 16 до 25 апреля.

О.С. УГОЛЬНИКОВ

Информация

Последствия сближения новой кометы с Солнцем

В ноябре 2002 г. астрономы, работающие на Гавайских островах по программе "NEAT" (Near Earth Asteroid Tracking – слежение за близкосземельными астероидами), обнаружили комету, получившую обозначение C/2002V1 и неофициальное название "NEAT". Свечение объекта постепенно становилось все более ярким, так что в феврале 2003 г. в небе Северного полушария Земли после захода Солнца его уже можно было наблюдать в обыкновенный бинокль.

18 февраля 2003 г. NEAT прошла в 14.8 млн. км от нашей звезды, то есть всего в четверти расстояния от Солнца до Меркурия. В то время на Солнце происходила мощная вспышка. Под воздействием сильного потока солнечного ветра космическая среда вокруг кометы разогрелась примерно до 1000 К. У кометы образовался хвост из необычайно широкого пылевого облака и вытянутого скопления ионизованных газов. Таким образом, NEAT стала ярчайшей из всех комет, когда-либо наблюдавшихся с помощью прибора LASKO (Large Angle and Spectrometric Coronagraph – крупный широкоугольный спектрометрический коронограф), работающего на борту КА "SOHO" (Solar and Heliospheric Observatory – солнечно-гелиосферная обсерватория), запущенного в 1995 г. совместными усилиями NASA и ESA (Земля и Вселенная, 2003, № 3). Этот прибор

способен регистрировать процессы, происходящие во всей внешней атмосфере Солнца.

Ученым впервые удалось зафиксировать взаимодействие солнечных корпускул, мчавшихся со скоростью около 100 км/с, с веществом хвоста кометы. Они проследили, как хвост разорвался и стал похож на огромную вилку.

По словам астронома К. Лисса (Университет штата Мэриленд), результаты наблюдений позволяют сделать вывод о процессах испарения материи кометы, характере распределения выбрасываемых частиц и о прошлом кометы начиная со времени ее рождения.

Сейчас комета NEAT ушла в дальний космос, следуя по орбите, которая снова приведет ее в наши края лишь через 37 тыс. лет.

Science, 2003, 299, 5612

Изучающим астрономию

Книга **“Краткая астрономия”** (автор – Е.П. Левитан; московское издательство Классик Стиль, 2003 г., т. 775–47–66); адресована широкому кругу читателей. Поскольку в основу ее положен многолетний опыт работы с учащимися профтехучилищ, она и сейчас может оказаться полезной в этих и ряде других средних специальных учебных заведений. Кроме того, книга пригодится старшеклассникам, студентам и взрослым людям разных профессий, которые по тем или иным причинам не могут (или не могли) изучать систематический курс астрономии в общеобразовательной школе.

Структура книги позволяет читателю работать с ней либо под руководством преподавателя, либо пополняя запас своих знаний по астрономии путем са-



мообразования. В обоих случаях эффективность работы, несомненно, повысится, если в распоряжении читателя будут также обучающие компьютерные программы и CD-ROM (например, довольно доступная ныне “Мультимедиа-библиотека по астрономии”; ФИЗИКОН, 2003).

В “Краткой астрономии” сделана попытка реализовать

дифференцированный подход к изучению астрономии: читателям предоставляется возможность выбрать интересный и доступный уровень освоения материала. Одни ограничатся “Основным разделом” книги. Другие, воспользовавшись системой ссылок, будут неоднократно обращаться к “Дополнительному разделу”. Третьи, пожелав самостоятельно выполнять простейшие астрономические наблюдения, воспользуются краткими инструкциями (“Практические работы и наблюдения”).

Не исключено, что найдутся и те, кому понадобится подготовить рефераты по каким-либо темам астрономии и космонавтики. Им будут полезны приведенные в книге примерные темы рефератов и различные справочные данные.

Заключительный раздел книги (“Справочный”) включает, кроме тем рефератов и необходимых учащимся таблиц, список рекомендуемых современных научно-популярных книг и журналов, энциклопедий и справочников.

Информация

Отложены запуски японских космических аппаратов

Запуск японской астрофизической инфракрасной обсерватории **“Astro-F”** (**“IRIS”**) перенесен с февраля 2004 г., по крайней мере, на год. Эта обсерватория, как и американская **“SIRTF”** (стартовала 25 августа 2003 г.), должна исследовать происхождение и эволюцию галактик, а также звезды и экзопланеты. Обсерватория оснащена теле-

скопом-рефлектором с эффективной апертурой 67 см, охлаждаемым жидким гелием до 3 К. Во время вибрационных испытаний система крепления главного зеркала не выдержала нагрузок.

Запуск второй японской лунной станции **“Lunar-A”** (первая, **“Hiten”**, запущена в 1990 г.) отложили на середину 2005 г. из-за изменения графика стартов РН **“M-5”**, которая выведет ее на орбиту Луны. Этот проект – “рекордсмен” по числу переносов: с весны 1997 г. по разным причинам их было семь. На орбите ИСЛ **“Lunar-A”** предстоит сбросить пенетраторы, которые углубятся на 3 м в грунт и измерят сейсмические колебания, что позволит уточнить размеры лунного ядра. Предыдущая отсрочка была вызвана обнару-

женными недоработками в конструкции пенетраторов.

Осуществление многоцелевого проекта АЛС **“Selene-1”** тоже перенесли с 2003 г. на конец 2005 г. (Земля и Вселенная, 2003, № 4). **“Selene-1”** должна была проводить комплексные исследования Луны с орбиты. Предусматривалась и отработка мягкой посадки. С окололунной орбиты от КА отделятся два субспутника (ретранслятор данных и измеритель радиационной обстановки), а затем посадочная станция должна совершить мягкую посадку и осуществить радионтерферометрический эксперимент.

По материалам ISAS
и NASDA

Зеркало из вращающейся жидкости для телескопа

Поверхность жидкости во вращающемся сосуде приобретает форму параболоида. Такую же форму имеют главные зеркала телескопов-рефлекторов. Это свойство жидкости, значит, можно использовать для изготовления зеркала любительского телескопа, только нужна жидкость, которая сохраняла бы форму параболоида после того, как вращение прекращается. Хороший материал для этой цели – эпоксидная смола. Смесь смолы со специальным отвердителем форму при застывании не меняет. Изготовленное таким способом зеркало, разумеется, не может конкурировать по качеству изображения со стеклянными зеркалами с алюминиевым покрытием, однако позволяет проводить наблюдения в инфракрасной и микроволновой областях спектра.

Для вращения сосуда подходит обычный проигрыватель, причем небольшие вариации числа оборотов диска не влияют на качество зеркала. Жидкость лучше поместить в пластмассовый сосуд, чтобы по-

сле ее застывания зеркало можно было легко вынуть. Сосуд выбирайте такой глубины, чтобы жидкость не выливалась из него при вращении. Диаметр зависит от модели проигрывателя. Иногда его можно привести в движение, только установив бортик вдоль края диска.

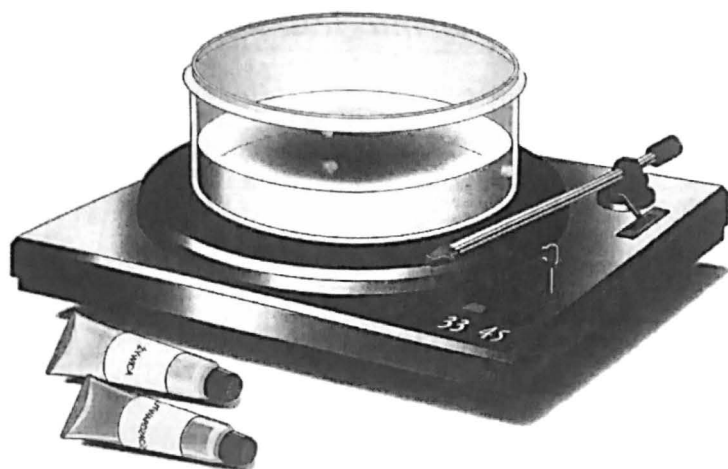
Смола должна иметь низкую вязкость, консистенции киселя, и длительное время застывания. Ее можно подобрать методом проб. На одно зеркало нужно не более 0.1 литра смолы. Время застывания заготовки диаметром свыше 30 см – не менее суток, а меньшего диаметра – не менее 4–6 ч. Не используйте быстро застывающую смолу.

Эпоксидную смолу и отвердитель (обычно продающиеся в разных тюбиках) надо перемешать до получения однородной массы. Пропорция материалов указана в инструкции на упаковке. Работать следует в перчатках в хорошо проветриваемом помещении, так как в этих веществах в небольшом количестве присутствуют вред-

ные химические соединения. При застывании эпоксидная смола выделяет тепло. Чтобы она не дымилась или, что еще хуже, не воспламенилась, приготавливайте не более одного литра смеси.

Для определения необходимого количества смеси налейте в сосуд такое количество воды, чтобы она покрывала дно и не выливалась при вращении. Центр сосуда должен совпадать с центром диска проигрывателя. Отрегулируйте диск так, чтобы толщина слоя воды была везде одинаковой, затем измерьте объем использованной воды и приготовьте столько же смеси. Прежде чем выливать смесь в сосуд, тщательно его высушите, так как влага мешает застыванию.

Диск проигрывателя должен непрерывно вращаться до полного затвердения смеси. Желательно загородить его от ветра и сквозняка. Иногда движение воздуха, обусловленное вращением диска, может вызвать "рябь" на поверхности застывающей жидкости. Тогда нужно до-



Эпоксидное зеркало в процессе изготовления посредством вращения смеси смолы и специального отвердителя в пластмассовом сосуде, установленном на диске обычного проигрывателя.

бавить новую порцию смеси и снова ее отвердить. Использование двух тонких слоев дает более гладкую поверхность.

Фокусное расстояние готового зеркала пропорционально квадрату периода вращения. При 45 оборотах в минуту оно получается равным около 21.1 см, а при 33 оборотах в минуту — 41.1 см. Использование массивного сосуда может немного изменить скорость вращения, а значит и фокусное расстояние.

Покрытие эпоксидных поверхностей отражающим слоем осуществляется теми же химическими методами, что и стеклянных¹. Посеребренное эпоксидное зеркало можно ис-

пользовать в телескоп-рефлекторе системы Ньютона. Кроме того, понадобится маленькое плоское вторичное зеркало, которое направляет пучок, собранный главным зеркалом, из зрительной трубы наружу. Качество изображения построенного вами телескопа неплохое, хотя и не удовлетворило бы привередливого любителя, строящего телескопы со стеклянными зеркалами. Однако зеркало из эпоксидной смолы дает более высокие результаты при наблюдениях в инфракрасном диапазоне. В этом случае требования к точности изготовления поверхности ниже, чем для оптического диапазона.

Различные объекты в инфракрасной области спектра можно фотографировать обычным фотоаппаратом, используя пленку, чувствительную к инфракрасным лучам.

Описанный метод изготовления зеркал имеет много вариантов. Если, например, изготовить внеосевую часть параболического зеркала, сместив сосуд с застывающей массой относительно центра проигрывателя, то повысится чувствительность зеркала в микроволновом диапазоне. Пригодны и другие материалы: полиуритан, акрил или силиконовые смеси, поверхность которых после застывания тоже достаточно гладкая. Фокусное расстояние можно менять, выбирая скорость вращения проигрывателя или используя другие вращающиеся устройства.

*По материалам журнала
Scientific American.
Подготовила М.Я. Рутковская*

¹ Наумов Д.А. Изготовление оптики для любительских телескопов рефлекторов и ее контроль. М., "Наука", 1988.

Больше тысячи землетрясений

(март–сентябрь 2003 г.)

За семь месяцев 2003 г. (март–сентябрь) в Службе срочных донесений Геофизической службы (ГС) РАН получены данные о более 1100 землетрясениях на территории России и за ее пределами.

Этот период отличается необычно значительным проявлением сейсмической активности в сибирских районах Российской Федерации, охватившей Алтае-Саянский и Байкальский регионы.

В Горном Алтае 27 сентября произошло сильное землетрясение с магнитудой $M = 7.3$. Оно ощущалось на обширной территории России (Алтай, Хакасия, Бурятия, Красноярский край, Новосибирская и Кемеровская области), а также в Казахстане. По двенадцатибалльной шкале (МСК-64), в Акташе подземные толчки были силой 6–7 баллов, Таштаголе – 6, Прокопьевске – 5–6, Горно-Алтайске – 4–5, Новосибирске, Усть-Каменогорске, Семипалатинске – 4, Абакане – 3–4 балла, Крас-

ноярске, Зайсане, Кемерово – 3, Барнауле, Алма-Ате, Талды-Кургане, Астане – 2–3. Зафиксированы многочисленные афтершоки. Магнитуда этого землетрясения существенно превысила даже Спитакскую катастрофу в Армении (1988 г.) – $M = 6.8$. Но, к счастью, эпицентр землетрясения пришелся на малонаселенный высокогорный район Алтая, поэтому оно не вызвало значительных разрушений. В течение недели в Службе срочных донесений ГС РАН определены параметры 25 афтершоков с $M > 3.5$. Многие были ощутимыми. Сильнейший из них (с магнитудой $M = 7.0$), произошедший 1 октября, ощущался силой от 6 до 2–3 баллов, и сотрясения от него достигли Горного Алтая, Барнаула, Кемерова, Новосибирска, Омска, Томска, Нижневартовска. По уточненным данным МЧС России, в зоне бедствия оказались четыре района, в которых проживает около 24 тысяч человек. Осо-

бенно сильные разрушения от главного толчка и афтершоков были в эпицентре землетрясения – в высокогорном Кош-Агачском районе. Наиболее напряженная обстановка сложилась в населенных пунктах Бельтир, Курай и Кызыл-Таш, где стихия разрушила 308 жилых домов, без жилья осталось более 1900 человек. Завалены камнями дороги, уничтожено несколько мостов, нарушено электроснабжение и водоснабжение. Но уже к 29 сентября в пострадавших районах удалось восстановить электроснабжение, наладить телефонную связь, расчистить дороги. Но самое главное – везде удалось избежать человеческих жертв: людей вовремя эвакуировали из больниц и интернатов.

В тектоническом плане Алтайский регион принадлежит Центрально-Азиатской трансконтинентальной дислокационной системе, которая пересекает Азию с юго-запада на севе-



ро-восток и отделяет ста-
бильную Евроазиатскую
плиту, охватывающую Си-
бирь и Казахстан, от мозаи-
ки микроплит Юго-Восто-
чной Азии. По мнению гео-
логов, главный механизм,
который может объяснить
кайнозойскую тектонику
этой обширной территории
в течение последних при-
мерно 50 млн. лет, – это
столкновение Индийской
и Евроазиатской плит.
Сейсмотектонические ис-
следования в сопряжен-
ных с Горным Алтаем рай-
онах Монголии и северо-
западного Китая выявили
их высокий сейсмический
потенциал: максимально

возможная магнитуда ожи-
даемых землетрясений
 $M = 7.5 \pm 0.2$. Средний ин-
тервал повторения силь-
нейших землетрясений за-
висит от местных струк-
турно-геологических усло-
вий и оценивается от 1 до
3 тыс. лет.

Все исторически извест-
ные землетрясения сосре-
доточены в **Алтае-Саяно-
Монгольской орогенной
области**. Сильнейшие из
них: Монгольское 1761 г.
($M = 8.3$), Цэцэрлэгское
1905 г. ($M = 8.2$), Монголь-
ско-Алтайское 1931 г.
($M = 8$) и самое южное в
этой зоне Гоби-Алтайское
1957 г. ($M = 8.1$). Их эпицен-

*Расположение очагов землетря-
сений вблизи Курайского разлома
в Горном Алтае и в пограничной
зоне России, Монголии и Казах-
стана. Землетрясение 27 сентяб-
ря 2003 г. пришлось как раз на
Курайский разлом (эпицентр от-
мечен звездочкой).*

тры находятся юго-восточ-
нее (примерно на 500 км
и более) эпицентра Ал-
тайского землетрясения,
приуроченного к Курай-
ской зоне разломов. Не-
посредственно в эпицен-
тральной зоне землетрясе-
ния 27 сентября 2003 г.
примерно за 80 лет изве-
стны только два толчка,

произошедшие в 1923 г. и 1960 г. ($M = 6.0$ и $M = 5.1$), макросейсмические проявления которых не известны.

Не были спокойны и недра **вокруг Байкала**. В северной части района 16 сентября 2003 г. произошло землетрясение с магнитудой $M = 5.4$; в ряде поселков Бурятии и Иркутской области (Кумора, Уаян, Даван) оно ощущалось силой 5 баллов (по двенадцатибалльной шкале МСК-64), в Нижнеангарске, Северобайкальске – 4 балла, в Таксимо, Бодайбо, Северомуйске – 3–4, в Чите – 3, Иркутске – 2 балла. 17 сентября в юго-западной части, в приграничной области с Монголией, зафиксировано землетрясение с магнитудой $M = 4.2$, ощущавшееся в поселке Монды силой 5 баллов, Иркутске – 3–4, Ангарске – 3 балла.

Сейсмическая активность Тихоокеанского пояса на территории России более всего проявилась **на Камчатке**. Речь идет о двух землетрясениях, одно из которых с магнитудой $M = 6.0$ возникло 15 марта, очаг – в Тихом океане на небольшой глубине, в 150 км к востоку от г. Петропавловска-Камчатского (ощущалось в городе силой 2–3 балла). Оно сопровождалось в течение первых двух суток многочисленной серией афтершоков. Эпицентр второго землетрясения, 16 июня ($M = 6.4$), располагался на Восточном побережье полуострова, в долине реки Сторож, на расстоянии 280 км к северо-восто-

ку от Петропавловска-Камчатского и в 130 км к югу от города Ключи. Это заглубленное землетрясение ощущалось в Усть-Камчатске силой 5 баллов, Петропавловске-Камчатском – до 4, Ключах – 3 балла. На юге **Курильских островов** 29 апреля произошло землетрясение с магнитудой $M = 5.5$. Его заметили в Курильске, Малокурильске (4 балла) и Южно-Курильске – 3 балла.

На остальной территории земного шара в период с марта по сентябрь также произошли разрушительные землетрясения, в основном на Евразийском континенте и в прилегающем к нему Тихоокеанском сейсмическом поясе. 17 марта и 23 июня два землетрясения зарегистрированы **на Алеутах** (Крысьи острова) с магнитудами 7.4 и 7.2 соответственно. Они произошли в малонаселенной местности, поэтому нет никаких сведений о последствиях этих событий. В мае, июле и сентябре опасные колебания Земли наблюдались в Японии. На востоке японского острова Хонсю 26 мая зарегистрировано достаточно сильное землетрясение с магнитудой $M = 7.0$. Эпицентр его находился на глубине 60 км под морским дном – в акватории Тихого океана к востоку от префектуры Мияги. Отмечены оползни, в домах сдвигалась мебель, в высотных строениях прекратили движение скоростные лифты. Автоматически остановился один из реакторов атомной электростанции Онагава. В горо-

де Сендай сгорело одно здание, отмечены утечки бытового газа. Есть раненые. На автодорогах местами вспучилось дорожное покрытие. Временно было остановлено движение поездов на скоростных железнодорожных линиях "Синкансен". На несколько минут закрыли взлетно-посадочные полосы нескольких местных аэропортов и международного аэропорта Нарита в районе Токио. Землетрясение сопровождалось многочисленными афтершоками, продолжавшимися еще в сентябре. 25 июля зарегистрировано новое сильное землетрясение с магнитудой $M = 6.2$. На этот раз травмы и ранения получили почти 570 человек. В префектуре Мияги разрушено более 70 построек, частично повреждено свыше 7.5 тыс. домов.

20 сентября разразилось землетрясение с магнитудой $M = 5.7$ недалеко от японской столицы. Его очаг находился **в Тихом океане** на глубине 50 км. По меньшей мере семь человек в Токио были ранены при обрушении стены в одном из столичных храмов. Колебания ощущались еще в трех префектурах: Ибараки, Тотиги и Канагава.

Через пять дней, 25 сентября, сильнейшие подземные толчки с магнитудой $M = 8.4$ потрясли Тихоокеанское побережье острова Хоккайдо. Серьезно нарушено движение транспорта. Возникшие волны цунами не вызвали, к счастью, дополнительных разрушений, поскольку максимальная высота волны не

превысила 1.3 м. Это самое мощное в мире землетрясение за последние два года. Толчки ощущались в Токио, находившемся на расстоянии около 1000 км от эпицентра. Два человека погибли, число раненых составило примерно 420 человек. Стихийное бедствие вынудило более 40 тыс. жителей покинуть свои дома, свыше 16 тыс. зданий осталось без электроэнергии. В городе Томакомаи вспыхнул гигантский резервуар нефтехранилища, наполненный топливом.

На границе Казахстана и Киргизии 22 мая 2003 г. произошло землетрясение с магнитудой 5.4, ощущавшееся на значительной территории Средней Азии: в Киргизстане (г. Бишкек – 4–5 баллов), Казахстане (г. Алма-Ата – 3–3.5 баллов), Узбекистане (гг. Андижан, Ташкент – 2.5–3). В результате стихийного бедствия погибли 3 человека, 1 госпитализирован и 25 получили незначительные травмы. Повреждено 7 тыс. 320 жилых домов, из них 4 тыс. 175 разрушены полностью. Более 20.5 тыс. человек остались без крова.

В Синьцзян-Уйгурском автономном районе, на северо-западе Китая, где 24 февраля 2003 г. произошло разрушительное землетрясение с магнитудой $M = 6.3$, продолжались ощутимые подземные толчки, сильнейший – 4 мая ($M = 5.5$).

В середине лета (21 июля) произошло землетрясение с магнитудой $M = 6.0$ в провинции Юнь-Нань на

юго-западе Китая. В результате его погибли 16 человек и более 390 получили ранения. Самый сильный ущерб нанесен городу Таньхуа, рядом с которым находился эпицентр землетрясения. От удара стихии пострадало множество горных деревень и поселков. В зоне бедствия разрушены более 18 тыс. крестьянских домов и строений, включая школы и административные здания. Повреждены шоссе, железные дороги и районная гидроэлектростанция, прорваны электроснабжение и коммуникации. Всего в зоне бедствия оказалось более 1 млн. человек.

Центральную часть Мьянмы (Бирма) 21 сентября потрясло землетрясение с магнитудой $M = 6.8$, в результате которого разрушены три древние буддийские пагоды и речной мост в 350 км к северу от столицы Янгона (бывший Рангун).

Вновь пострадала Турция. Серьезное разрушительное землетрясение подземная стихия вызвала 1 мая в восточной провинции Бингель, в 665 км к востоку от Анкары. Магнитуда землетрясения составила $M = 6$. Погибли 167 человек и свыше 500 получили ранения. Землетрясение сопровождалось многочисленными повторными толчками. Территория Турции относится к тектонически активной зоне столкновения двух плит: Аравийской и Евразийской. Здесь часто происходят сильные землетрясения. Случившееся 1 мая 2003 г. продолжило

ряд многих разрушительных землетрясений, которые Турция перенесла в недавнем прошлом. Например, при Измитском 1999 г. ($M = 7.6$), произошедшем в 1500 км к западу от эпицентра землетрясения 1 мая 2003 г., погибло 17 тысяч человек, более полумиллиона остались бездомными. Во время двух разрушительных землетрясений в Эрзинджане 13 марта 1992 г. ($M = 6.6$) погибли сотни людей и тысячи лишились крова; землетрясения в 1939 г. ($M = 8.0$) вызвали гибель 33 тысяч человек.

Жертвами сильного землетрясения в Алжире 21 мая (с магнитудой $M = 6.6$) было более 2 тыс. человек, ранено свыше 10 тыс. человек. Серьезные разрушения – в ряде населенных пунктов страны. Особенно пострадала находящаяся к востоку от алжирской столицы провинция Бумердес, где зарегистрировано наибольшее число погибших, разрушено 38 многоэтажных жилых домов. В горной области Кабилия, населенной берберскими племенами, а также в столице страны – г. Рабате, удара стихии не выдержали ветхие жилые строения в густонаселенных кварталах. Имеются жертвы. В пострадавших городах Алжира не хватало воды и не работала канализация. Практически полностью отсутствовала международная телефонная связь с Алжиром, находящемся в зоне повышенной сейсмической активности. Наиболее разрушительное за последнее вре-

ма землетрясение произошло в этой стране в октябре 1980 г. Стихия тогда полностью разрушила г. Эль-Аснам, она унесла жизни 3 тысяч человек, 8 тысяч получили ранения.

Зафиксирована серия землетрясений на территории **Ирана**, большая часть которой относится к сейсмически активной зоне: в южной провинции Фарс, в районе города Зарин-Дашт. Первые два произошли 10 июля с интервалом в 34 мин. Их магнитуды – 5.4 и 5.5. Ощутимые подземные толчки меньшей силы продолжались в

течение нескольких суток. Имелись значительные разрушения.

Наконец, в **Карпатах, в Восточной Словакии**, произошло небольшое по магнитуде, но значительное по макросейсмическому эффекту землетрясение. Повреждены десятки строений, в том числе несколько жилых домов. Наибольший ущерб причинен зданиям в городе Собранце, откуда была эвакуирована часть жителей. Землетрясение в Восточной Словакии не на шутку напугало жителей Ужгорода – центра Закарпатской

области Украины, расположенного в 32 км от эпицентра природного бедствия.

Параметры всех землетрясений, обработанных в срочном режиме, представлены на информационном сервере Геофизической службы РАН <http://www.ceme.gsras.ru>

О.Е. СТАРОВОЙТ,

кандидат

физико-математических наук,

Л.С. ЧЕПКУНАС,

кандидат

физико-математических наук,

И.П. ГАБСАТАРОВА

Информация

Проблема “вечной мерзлоты”?

На состоявшейся в конце 2002 г. конференции Американского геофизического союза в Сан-Франциско (штат Калифорния) один из главных симпозиумов был посвящен современным исследованиям “вечной мерзлоты”.

Модельные исследования, проведенные американскими учеными, доказывают, что в ближайшее столетие в Северном полушарии под влиянием антропогенных изменений климата может произойти заметное убывание “вечной мерзлоты”. Следствием станут нару-

шения в естественных экологических системах.

В результате потепления мерзлых грунтов возникает сильно пересеченный рельеф – “термокарст”. Так, в центральной части Аляски, где температуры под самой поверхностью были всего на 1–2°C ниже точки замерзания, отмечены крупные “пятна” подобных проседаний, достигающие в глубину 2.5 м. Там на месте березовых рощ образовались болота и топи. Дома, дороги, поля аэродромов, сельскохозяйственные угодья оказываются под угрозой проседания или даже разрушения, противостоять чему могут лишь заранее предпринятые инженерные меры.

Вместе с увеличением мощности подвергающегося таянию верхнего мерзлого слоя, усиливается выделение в атмосферу парниковых газов – углекислого (CO₂) и метана (CH₄). А это отравляет атмосферу и способ-

ствует дальнейшему глобальному потеплению.

Проблемы “вечной мерзлоты” привлекают внимание астрономов и планетологов. Ведь весьма вероятно, верхнюю оболочку Марса составляет толща “вечной мерзлоты”, аналогичная земной.

Исследования “вечной мерзлоты” проводятся во многих странах мира, и в последнее время внимание к ним усиливается. Международная ассоциация исследователей “вечной мерзлоты” (IPA) создала сайт “GTN-P” (Global Terrestrial Network for Permafrost – Глобальная земная сеть “вечной мерзлоты в Интернете по адресу <http://nsidc.org>. В г. Боулдер (штат Колорадо, США) недавно открылся Центр данных по мерзлым грунтам, находящийся также под эгидой “IPA”.

Science, 2003, 299, 5613

Три книги издательства УРСС (2003 г.)

Монография И.Л. Розенталя и И.В. Архангельской

Книга **“Геометрия, динамика, Вселенная”** посвящена современным представлениям о взаимодействии элементарных частиц и структуре физического пространства, эволюции Вселенной и Метагалактики. Авторы анализируют связь между геометрией и динамикой в классической динамике, специальной и общей теории относительности. Рассматриваются и сопоставляются фридмановские и инфляционные модели Вселенной.

Интересно, что в случае *“мира на бране”* (наша трехмерная Вселенная как бы погружена в пространство большей размерности) начальной стадией Вселенной может быть как инфляционная (раздувающаяся, в том числе вечно хаотическая), так и феномен Большого Взрыва (хотя и с меньшим нагревом и без рождения таких экзотических частиц, как монополи).

Высказывается предположение о том, что Метагалактика не обязательно должна быть расширяющейся. В статичной модели красное смещение далёких объектов — простая иллюзия, вызванная движением нашей *браны* в окружающем ее пространстве (?!..).

Несмотря на множество нерешенных проблем (список основных из них приведен в заключительном параграфе книги), авторы довольно оптимистически

оценивают возможность создания теории происхождения Вселенной.

Четкое изложение многих вопросов современной теоретической физики и релятивистской космологии, а также большой эвристический потенциал обсуждаемых проблем делают монографию интересной студентам, аспирантам и научным сотрудникам, занимающимся проблемами физики элементарных частиц и космологии.

Научно-популярная книга Ю.Н. Ефремова

Недавно появилось четвертое издание книги этого автора. В прошлом она называлась *“В глубины Вселенной”*, сейчас — *“Вглубь Вселенной* (звезды, галактики и мироздание)”, но, как справедливо заметил Я.Б. Зельдович, имея в виду данную книгу, *“не обращайтесь внимание на заголовок, это хорошая книга”*. Приятно отметить, что автор посвятил свое произведение Станиславу Лему и памяти Иосифа Самуиловича Шкловского (1916–1985).

Четвертое издание выгодно отличается от предыдущих. В нем появились новые главы и параграфы, но, главное, все затрагиваемые в книге вопросы прекрасно изложены на уровне последних достижений астрофизики, внегалактической астрономии и космологии.

Немалое место в книге уделено тому, что сейчас принято называть *“человеческим фактором”*. По существу, автор затрагивает многие проблемы гуманизации и гуманитаризации астрономии как науки.

Книга открывается *“Предисловием”* и *“Введением (В гостях у астрономов)”*, а завершается

главами *“Будущее принадлежит астрономии”* (Гл. 17), *“Разум во Вселенной”* (Гл. 18) и *“Заключением”* (*“Горизонт познания”*).

Читателей *“Земли и Вселенной”* обрадует сообщение о выходе в свет книги Ю.Н. Ефремова, которого они хорошо знают по его интересным статьям, часто публикуемым на страницах журнала.

Научно-популярная книга Е.П. Левитана

Это **“Физика Вселенной”** (второе издание). Автор подчеркивает, что данная книга не является пособием по физике, астрофизике или космологии. Ведь это книга не *“про”* Солнце, звезды, пульсары, квазары и черные дыры или раздувающуюся Вселенную. Автор поставил перед собой совершенно другую цель — продемонстрировать *“работу”* законов физики во Вселенной и постараться показать, что даст астрофизика физике.

“Физика Вселенной” — это *“экскурс в проблему”* взаимосвязи физики, астрофизики и космологии. Книга содержит три очерка, которые знакомят читателей с тем, как действуют во Вселенной различные законы физики — от классической механики и обычной *“земной”* физики до общей теории относительности.

Читателям, которые желают подробнее узнать о затронутых в книге вопросах, рекомендуется ряд лучших научно-популярных и учебных произведений российских и зарубежных авторов.

Примечание. Поскольку не всем читателям нашего журнала известно издательство, выпустившее эти книги, сообщаем его адрес для справок: <URSS@URSS.ru>.

Заметки о литературе по астрономии для детей и подростков

Теория и практика обучения астрономии в общеобразовательной школе неопровержимо свидетельствуют о том, что *начинать знакомить детей со Вселенной следует как можно раньше* (Земля и Вселенная, 2003, № 3). В недалеком прошлом эта идея представлялась многим, по меньшей мере, сомнительной. Но сегодня уже мало кто сомневается в целесообразности и даже необходимости непрерывного формирования астрономических понятий (и тесно связанных с ними основных понятий космонавтики) с первых лет обучения в школе (а может быть, и со старшего дошкольного возраста!).

Давно и много говорят о необходимости осуществления связи школы с жизнью. Но ведь именно жизнь в наступившем XXI в. требует, чтобы у людей было *космическое мышление* и *космическое сознание*. Начавшаяся в середине XX в. космизация различных сфер человеческой деятельности будет расширяться и углубляться в настоящее время и в грядущие десятилетия и века.

Но как быть с пресловутой "перегрузкой" учащихся, которой сейчас буквально запугано общество? Стремясь "разгрузить" детей, нынешние реформаторы выбрасывают из школы "второстепенные" учебные предметы (этой участи не избежала и школьная астрономия!) и усердно выхолащивают содержание еще уцелевших. Прогноз подобных деяний довольно мрачный, поскольку они могут привести к оглуплению народа (может быть, кому-то это и нужно?!) и дальней-

шему расцвету уже процветающего паранаучного мракобесия.

Приходится уже не в первый раз обращать внимание на мощный *мотивационный потенциал* астрономии. Ею пока удастся увлечь детей, вместе с тем пробуждая у них интерес к учебе вообще. Это и понятно, ведь астрономия была, есть и будет наукой, которая, по выражению Ф.Д. Араго, не нуждается в прикрасах. Но, как известно, плохой повар способен испортить даже хорошие продукты. Многие современные дети не любят читать книги, а тексты учебников они осваивают с большим трудом. Им нужны очень хорошие книги. К счастью, накоплен неоценимый опыт популяризации астрономии. Образцом научно-популярных книг по астрономии до сих пор остаются книги К. Фламариона (Земли и Вселенная, 1995, № 6) и Я.И. Перельмана, "судьбоносные" для тех, кого они привели в профессиональную астрономию и космонавтику. Кроме того, немало наших соотечественников благодаря этим книгам стали любителями астрономии. Традиция высококачественной популяризации астрономии нашла свое продолжение в книгах Б.А. Воронцова-Вельяминова, Ф.Ю. Зигеля, И.С. Шкловского, Ю.Н. Ефремова, И.А. Климишина, А.А. Гурштейна и некоторых других российских авторов. Все эти книги адресованы преимущественно старшеклассникам и взрослым людям¹. А как обстоит дело с литературой для детей?

¹ Особого внимания и научно-методического анализа заслуживают переведенные с английского языка научно-популярные книги Дж. Гамова, С. Хокинга (Земля и Вселенная, 2001, № 5; 2002, № 2) и Б. Паркера (Земля и Вселенная, 2002, № 1).

В рамках данных заметок можно лишь кратко охарактеризовать эту немаловажную проблему. Ясно, что для детей нельзя писать, как для взрослых, но чаще всего авторы детских научно-популярных и учебных книг просто забывают об этом, наивно полагая, что достаточно лишь упростить текст и проблема будет решена. В результате тексты большинства отечественных и переводных детских книг скучны и мало отличаются друг от друга, хотя первоначально привлекают читателей своим порой просто роскошным оформлением (это прежде всего относится к переводным детским книгам). Отсюда необходимость перехода от традиционной научно-популярной литературы для детей младшего и среднего школьного возраста к *научно-художественной*, объединяющей черты научно-популярной литературы и художественной прозы. Здесь уместно вспомнить слова А. Эйнштейна о том, что "все должно быть изложено так просто, как только можно, но не проще". В этих словах сформулирован основной принцип популяризации науки, которому стремятся следовать ее популяризаторы. Однако, как уже было сказано, это необходимое, но недостаточное условие, чтобы заинтересовать детей астрономией.

Авторам, пишущим для младших школьников (и тем более для дошкольников), следовало бы потрудиться изучить специфику детского самовыражения. К сожалению, наши астрономы и популяризаторы астрономии до этого редко "опускаются". А великий писатель и основатель авторской школы Л.Н. Толстой вопрошал: "Кому у кого учиться писать: крестьянским детям у нас или нам у крестьянских детей?"...

Четверть века назад книг по астрономии для детей почти не было, а над тем, какими они должны быть, мало кто серьезно задумывался. Наиболее известными и полезными книгами для детей старшего дошкольного и младшего школьного возраста к началу 80-х гг. были **"Астрономия в картинках"** Б.Ю. Левина и Л.Н. Радловой, **"Прабабушка наша Вселенная"** Ф.Д. Кривина, **"Найди созвездие"** В.Ю. Кащенко и **"Люди и звезды"** А.А. Гурштейна. Это, безусловно,

хорошие книги, но мне казалось, что польза от детских книг станет гораздо больше, если, читая или слушая их, малыши будут идти к науке *через сказку*, причем написанную в форме *диалога*, хорошо воспринимаемого детьми. Из сказок, которые я часто рассказывал перед сном своим маленьким детям, получилась книжка **"Малышам о звездах и планетах"** (М.: Педагогика, 1981). Она неоднократно издавалась: на русском языке в "Педагогике" и "Кругозоре" (Петрозаводск), а затем на более чем десяти иностранных языках в издательстве "Радуга". В 1999 г. из этой книжки "выросла" трилогия по занимательной астрономии (Земля и Вселенная, 1995, № 5). На ее основе стало возможным проводить в начальной школе факультативный курс "Сказочная Вселенная", своеобразным введением к нему служит моя другая книжка – **"Звездные сказки"** (М.: ЛИНКА-ПРЕСС, 1994), тоже написанная в форме беседы главных героев. В настоящее время я завершаю работу еще над двумя книгами для младших школьников (**"Путешествия по Вселенной"** и **"Астрономия для умных детей"**).

К сожалению, в России пока очень мало ученых и писателей, уделяющих должное внимание созданию книг по астрономии, понятных и интересных маленьким детям и написанных на удовлетворительном научном уровне. Из тех, кто берется за такой труд, требующий знания не только астрономии, но и психологии детей, можно отметить, например, О.В. Величко, которая в 2002 г. издала в г. Нальчике **"Астрономические сказки"**, а еще раньше – **"Астрономию в стихах"** (Мин. Воды, 1999).

Посвятив многие годы проблеме создания научно-художественной литературы по астрономии для детей, я вполне отдаю себе отчет в том, что на самом деле пока удалось сделать лишь самые первые шаги. Здесь необозримое поле деятельности. Работы хватит всем желающим. Тех, кто достигнет успеха, ждет высокая награда. Ею станет пополнение рядов любителей астрономии (а со временем – и профессионалов!) талантливейшей молодежью.

Отдавая предпочтение разного рода "астрономическим" сказкам, я ни в коей мере не отрицаю важность разработки различных игр для младших школьников и особенно для дошкольников. Более того: описание некоторых "ролевых игр" включено во все книги моей трилогии. Представляют интерес специально разработанные книжки-игры, правда преимущественно переводные. С не меньшим удовольствием, чем книжки-игры, дети воспринимают книжки-раскладушки. Переворачивая их страницы, дети как бы проникают в глубины описываемых объектов (Земли, планетной системы и т.д.). Я старался это учесть, составляя приведенный ниже небольшой перечень книг для дошкольников и школьников:

1. **Сказочные приключения маленького астронома.** Е.П. Левитан. М.: Детская литература, 1990.
2. **Земля** (книжка-раскладушка). Перевод с итальянского. М.: Прогресс, 1994.
3. **Веселая астрономия.** Составитель Т.В. Касименко. Серия "Поиграем-почитаем" (для дошкольного возраста). М.: Гранд-Пресс, 1995.
4. **В космосе.** Серия "От точки к точке". Перевод с английского. М.: РОСМЭН, 1995.
5. **Галактическая война** (книга-игра). Серия "Играем в сражения". М.: РОСМЭН, 1995.
6. **Твоя Вселенная.** Е.П. Левитан. Книга для учащихся младших и средних классов. М.: Просвещение, 1995.
7. **Космос.** Кэрл Скотт. Серия "Познаем мир". Перевод с английского. Минск: Белфакс, 1996.
8. **Наша Солнечная система.** (Прекрасная книжка-раскладушка с предисловием НАСА; для среднего и, возможно, младшего возраста.) Перевод с английского. М.: 1997.
9. **Космос.** Роберт Скейгэл. Серия "Открытия и находки". Перевод с английского. М.: Махаон, 1998.
10. **Загадки космоса.** С.Е. Гаврина и др. Серия "Шевели мозгами" (ребусы, загадки, кроссворды, головоломки). М.: РОСМЭН, 1999.

11. **Космос.** Серия "Сделай сам". Перевод с английского. М.: Эгмонт Россия Лтд, 1999.
12. **Луна.** Ян Грэм. Серия "Неизвестное об известном". Перевод с английского. М.: Махаон, 1999.
13. **Космические лабиринты.** Роджер Моро. (Это издание для досуга в серии "лабиринты"). Перевод с английского. М.: Дрофа, 2000.
14. **Книга интересных занятий на весь год.** (В ней есть и задания, связанные с астрономическими наблюдениями). Перевод с английского. М.: РОСМЭН, 2002.
15. **Моя первая книга о Космосе.** К.А. Порцевский. Серия "Моя первая книга о...". М.: РОСМЭН, 2003.

Школьникам младшего, среднего и старшего возраста адресованы книги-атласы, отличающиеся от традиционных учебных атласов. Вот названия некоторых из них:

1. **Космос в картинках.** (Эта книга может быть отнесена к книгам-атласам условно, но сейчас трудно найти что-нибудь другое, чтобы использовать в качестве книги-атласа для детей старшего дошкольного возраста). Перевод с французского. М.: Скорпион, 1994.
2. **Человек и Вселенная.** Атлас. М.: ПКО "Картография", 1994.
3. **Астрономия 10–11.** Е.П. Левитан. (Это пособие, разработанное применительно к авторским программе и учебнику астрономии, тоже лишь условно можно отнести к числу книг-атласов для старшеклассников). М.: Открытый мир, 1997; Артефакт-Стиль, 2000.
4. **Атлас космоса** (иллюстрированный атлас Вселенной для среднего и старшего школьного возраста). Перевод с английского. Лондон–Нью-Йорк–Штутгарт–Москва, 1998.
5. **Атлас звездного неба** (для среднего и старшего школьного возраста). С.И. Дубкова, А.В. Засов. М.: РОСМЭН-ПРЕСС, 2003.

Особого внимания заслуживают энциклопедии по астрономии для детей, к ним дети могут постоянно обращаться в школе и дома. Выпущенные в последние

годы книги такого рода отличаются своим объемом (от увесистых томов до брошюр), оформлением и даже способом издания, поскольку, кроме книг-энциклопедий сейчас можно найти немало мультимедийных переводных и отечественных энциклопедий. К числу последних относятся выпущенные в 2003 г. московской фирмой ФИЗИКОН такие CD-ROM, как **“Открытая астрономия 2.5”** и **“Мультимедиа-библиотека по астрономии”**.

Перечислим ряд детских энциклопедий:

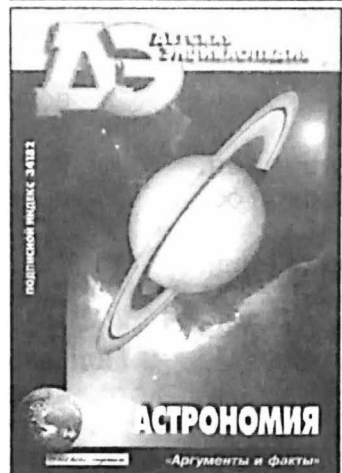
1. **Энциклопедия для детей.** Т. 8. Астрономия. М.: Аванта +, 1994; 2-е изд. в 2002.
2. **200 экспериментов по астрономии, биологии, наукам о Земле и физике.** Джелис Ван Клиф. Перевод с английского. (Подробнее об этой книге см. “Земля и Вселенная”, 1996, № 1). М.: Уайли, 1995.
3. **Астрономия.** Энциклопедия окружающего мира. Перевод с английского. М.: РОСМЭН, 1997.
4. **Звезды и планеты** (Энциклопедия окружающего мира). Дэвид Леви. (Для среднего и старшего школьного возраста). Перевод с английского. М.: Белый город, 1998.
5. **Астрономия от А до Я.** Детская энциклопедия. Е.П. Левитан. М.: Аргументы и факты, 1999.
6. **Большая детская энциклопедия.** М.: Русское энциклопедическое общество, 1999.
7. **Космос.** Детская энциклопедия. Серия “Я познаю мир”. М.: АСТ, 1999.
8. **Космонавтика от А до Я.** Детская энциклопедия. Е.П. Левитан. М.: Аргументы и факты, 2001.
9. **России звездные сыны.** Малая энциклопедия, посвященная отечественным космонавтам. С.А. Герасютин, Е.П. Левитан. М.: Гелиос, 2001.
10. **Энциклопедия старшеклассника.** Серия OXFORD. Перевод с английского. М.: РОСМЭН, 2001.
11. **Большая детская энциклопедия Диснея.** Серия “Мир науки”. Перевод с английского. М.: Эгмонт Россия ЛТД, 2002.
12. **Вселенная.** Жизнь Спэрроу. (Это энциклопедическая, по своей су-

ти, книга, подробно отвечающая на вопрос “Как наблюдать и изучать звездное небо”.) М.: БММ АО, 2002.

13. **Космос.** (Неизвестные и удивительные факты. Энциклопедия + Интернет для детей младшего и среднего школьного возраста.) Перевод с английского. М., РОСМЭН-ПРЕСС, 2002.
14. **Космос.** Серия “Энциклопедия юного ученого”. Перевод с английского. М.: РОСМЭН, 2002.
15. **Астрономия и космос.** (Энциклопедия для среднего школьного возраста в серии “Тайны Вселенной”.) Перевод с английского. М.: РОСМЭН, 2003.
16. **Большая энциклопедия для дошкольника.** (Первый раздел этой почти пятисотстраничной иллюстрированной книги большого формата называется “Вселенная”!) Перевод с английского. М.: ОЛМА-ПРЕСС, 2003.
17. **Земля и космос** (“Изучаем астрономию”). Серия “Современному школьнику”. В эту научно-познавательную книгу, кроме многочисленных текстов и иллюстраций, внесено более сотни Веб-сайтов, дающих возможность школьникам среднего и старшего возраста обращаться в Интернет по поводу возникших вопросов. Перевод с английского. М.: РОСМЭН-ПРЕСС, 2003.
18. **Как открывали Вселенную.** Е.П. Левитан. Детская энциклопедия. М.: Аргументы и факты, 2004.

Полезным справочником для детей, которым нравится не только читать интересные книги по астрономии, но и наблюдать, является “Школьный астрономический календарь” (Земля и Вселенная, 2001, № 6). Он издается уже 54 года. Последние 15 лет его автор-составитель — М.Ю. Шевченко, недавно ему стал помогать О.С. Угольников.

Приведенные перечни могут быть дополнены. Их анализ показывает, что постепенно формируется рынок книг по астрономии для детей и подростков. Хочется еще раз подчеркнуть важность появления книг для детей младшего

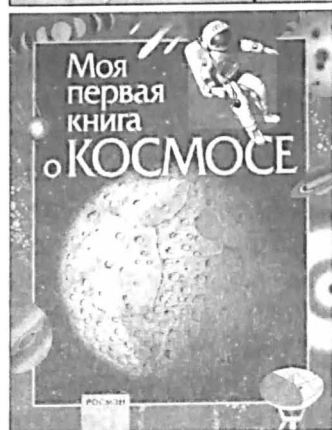


школьного и даже старшего дошкольного возраста. Это обусловлено тем, что в последние годы "детская астрономия" развивается значительно интенсивнее, чем еще недавно прогнозировалось.

Можно сказать, что в настоящее время все отчетливее проявляются три **тенденции**.

Во-первых, в нашей стране и за рубежом множится число детских книг по астрономии для малышей.

Во-вторых, все больше учителей и методистов, заинтересовавшись "детской астрономией", с увлечением проводят разнообразные внеклассные и внешкольные мероприятия в начальной школе.



В-третьих, делаются попытки обобщить накопленный научно-методический опыт и выработать рекомендации, прежде всего необходимые новому поколению учителей астрономии, которым предстоит работать с любознательными детьми в разных классах.

Возможно, эти заметки будут полезны при разработке соответствующей методики.

Е.П. ЛЕВИТАН,
член Союза писателей России
(страничка автора на сайте издательства
"Просвещение": <http://www.prosv.ru>)

В связи с резким падением тиража журнала (по причинам, не зависящим от редакции) уменьшился, естественно, и поток писем от читателей. Тем не менее письма, мы, конечно, получаем. Ниже с разрешения автора публикуется в сокращенном виде одно из них, адресованное лично заместителю главного редактора, но затрагивающее ряд общих, весьма важных вопросов.

Здравствуйте, уважаемый Ефрем Павлович!

Являюсь постоянным подписчиком журнала примерно с 1972 г. С тех пор внимательно перечитываю все материалы. Именно перечитываю, так как иногда лишь потом возникает интерес к той или иной статье.

Скрупулезно слежу за Вашей героической борьбой за школьную астрономию. Я – Ваш убежденный сторонник. Я 31 год работал в школе, преподавал физику, астрономию, черчение и даже информатику. Физику вел, опираясь на демонстрационный эксперимент. Это достаточно трудно делать в наших бедных физкабинетах. Куда проще провести “меловой” урок!

С астрономией дела обстоят еще хуже. Здесь и слабая подготовка учителей в вузе, и читаем иногда только учебник (последние годы Ваш, даже в начальных классах), и просто свойственное многим учителям нежелание проводить наблюдения. Впрочем, учителей можно понять, зная об их загруженности и условиях жизни в деревне. Но, главное, нередко учителя не готовы к проведению про-

стейших астрономических наблюдений невооруженным глазом. По этой же причине школьные телескопы (пусть и несовершенные) пылятся в школьных шкафах. У нас в районе около 10 средних школ, и в каждой есть телескоп. Не ошибусь, утверждая, что вряд ли ребята наблюдали в эти телескопы хотя бы Луну. А показать планету и знать, где она сейчас, учителю неизвестно. Правильно установить телескоп и управлять им мало кто умеет. Вот такие реалии! Кстати, мне всегда помогал в этом небесный календарь “Земли и Вселенной”, особенно если он не запаздывал к данному периоду.

Ваши прекрасные планы и доводы пока далеки от уровня сельских средних школ. Разве что поможет информатизация (Земля и Вселенная, № 6, 2002). Пермская область получила большой грант. Это сильно изменит школу и преподавание всех наук. Даже становится тревожно старому учительскому сердцу: может, доживем до того, когда и учителя не нужны будут?!

Как вы правы, говоря о почти всеобщей астрономической неграмотности! Проводил такой эксперимент в учительской. Спросил своих коллег, могут ли они доказать вращение Земли. “А что тут доказывать – и так все ясно, ведь звезды движутся над нами!” – сказала, уходя, молодая учительница (одно утешение – она литератор). Но, по-моему, уровень знания любого учителя не должен оставаться на уровне докоперниковской астрономии. Наверное, древние греки знали больше, чем сейчас “знают” иные выпускники так называемых пре-

стижных вузов. Задайте подобные вопросы некоторым инженерам, военным и даже тем людям, которые планируют наверх "образовательные сферы", они в ответ наплетут такое (дай Бог, чтобы я ошибся).

Не знать Пушкина, или куда впадает Волга, или отчего пошел дождь, считается постыдным. А вот не знать, отчего происходит смена времен года (в 4-м классе объясняют) или смена лунных фаз (самого родного, ближайшего к Земле небесного тела), не считается зазорным.

Ах, дорогой Ефрем Павлович, Вы думаете директора школ читают "Землю и Вселенную"? Или думаете, что г-н Филиппов заглядывает в этот журнал или его листают чиновники в губернских, районных органах образования? Выносите свои призывы на более широкие СМИ. Вы часто упоминаете "астрономическую общественность"... Если бы эта общественность была заметной прослойкой общества, а то ведь "астрологическая прослойка" гораздо толще...

Школьная астрономия, конечно, стала жертвой реформ, и не только она. А физика, на которую оставили два часа в неделю? Нам говорят, что есть варианты. А кто будет варьировать в деревенской школе? Многие понимают, что когда-то придется расплачиваться за то, что сейчас происходит. Пожалуй, уже платим.

Астрофизическая составляющая моих скромных астрономических знаний почерпнута со страниц "Земли и Вселенной". Спасибо журналу! Закончил Пермский госуниверситет, техмат. Астрономию изучали всего один семестр. Сдавали только зачет. Мне, помню, попала Луна и еще какой-то вопрос. Стал отвечать сразу, без подготовки, и удивил преподавателя. Это было весной 1969 г. Пока преподаватель отмечал в зачетке, я ему сказал, что американцы облетели Луну, а следующий полет – прилунение. Он ответил: "Не верьте! Это пропаганда. Мы будем первыми на Луне!"

Я должен был выйти на пенсию в 1994 г., а вышел в 2001 г. Меня сменил молодой учитель физики и информатики. В школе теперь есть современные ПК и доступ в Интернет. Новый учитель хорошо знает компьютеры, хуже – физику (особенно эксперимент) и совсем не знает астрономии. Так на кого же мы пеняем? Тяжело мне далось расставание со школой, но когда-то надо... И теперь провожу уроки... во сне.

Еще хочется рассказать об одном эпизоде, связанном с "Землей и Вселенной". В начале 90-х у нас в школе проводилось какое-то мероприятие. Скажу не без гордости: школа хоть и сельская, но не последняя в районе. Съехалось много гостей из других районов и даже из Перми, в основном работники управления образования. Уроки они посещали по выбору. Я давал урок физики "Электрический ток в газах" с красивыми опытами и урок астрономии с благодарной темой "Эволюция звезд". На урок физики пришли двое, на астрономию гостей набралось больше учеников. Вот ведь интересно! В конце урока ребята, раздав гостям листочки в клетку, положили на них маковое и табачное (едва достали) зернышки. Попросили расположить зернышки на расстоянии 40 мм. Это Земля и Луна, в таком масштабе Марс оказался в физкабинете на расстоянии 5.5 м, а границу Галактики нужно было бы отнести на миллион километров. Изумленные гости молчали и смотрели то на зерна, то на парней, стоящих на расстоянии 5.5 м, и рассказывающих о трудностях полетов на Марс. Уже прозвенел звонок на следующий урок, а гости все еще говорили с ребятами. Я стоял в стороне и испытывал маленькое учительское счастье. (Ну и пусть зарплата небольшая!) Это я взял из Вашей "Земли и Вселенной", по-моему, за 80-е годы. Потом в учительской одна дама из гостей мне сказала: "Ну, с Марсом ваши ребята, наверно, преувеличили – может быть, все-таки один-полтора метра?"

Наблюдения проводил на обычном школьном рефракторе. Планеты, Луну наблюдали у школы, выключив внешнее освещение. Для наблюдений созвездий (особенно первое знакомство) уходили в поля за село. Телескоп, если брали, перевозил на своем авто. Стало уже традицией наблюдать Персеиды у меня на заимке в лесу. Здесь запросто отыскиваем на небе NGC 224. Все наши практические занятия по астрономии были лишь ознакомительного характера. Иногда ученики зарисовывали солнечные пятна или положение спутников Юпитера. Большое удовольствие испытывали ребята, часами наблюдая Луну, особенно когда не было толкотни у телескопа. И часто уже без меня. Но годы идут – ребята взрослеют. Уже третьи Персеиды я не работаю в школе. Созвездия давал по Рею, что рекомендую и для Вашего учебника. Систему горизонтальных координат можно опустить, а вот доказательство вращения, обращения, смену времен года ввести, последнее даже с нюансами, возникающими из-за эллиптичности земной орбиты. А то ведь некоторые знатоки утверждают, что когда Земля ближе к Солнцу, наступает лето...

Последние годы журнал “Земля и Вселенная” сильно подорожал (а что дешево сейчас?). Выписывать его мне помогает занятие пчеловодством, для чего и построил хутор (не дачу!). Тоже немалый труд, но это как-то помогает семейному бюджету. Правда, не всегда, часто нет погоды. Два каких-то полугодия не мог подписаться.

Все лето живу в лесу. Небо здесь прекрасное! Начиная с августа оно глубокое и чистое, как говорил классик, будто его помыли и поскоблили. Чистый воздух и вода не из крана – черпаю из родника.

Да, мракобесия стало предостаточно. Сколько угодно дешевых красочных изданий, объясняющих людям их успех или неуспех. Светила говорят?! Газеты, журналы (и даже солидные!) печатают

так называемые гороскопы. На TV то и дело выступают “академики” от астрологии. И что печально – люди верят этому, даже учителя. А религия? У нас в России всегда какие-нибудь крайности...

Астрономия помогает человеку полней познать самого себя, свое место во Вселенной. Даем нашим ученикам нечто общечеловеческое, общевселенское, что не может дать никакая другая наука. Открытия последних лет лишь подчеркивают важность астрономических знаний. Интересно, что бы сейчас сказал великий Шкловский, быстро изменившийся взгляды на наличие жизни в Солнечной системе и Галактике.

Вы тысячу раз правы: XXI век будет веком космическим. И уж точно – в этот век человек высадится на Марс, создаст базы на поверхности Селены. На многие вопросы (фундаментальные!) естествознания поможет ответить Космос. Может, за это время нарушится “Великое молчание”, и мы узнаем многое, многое другое. Вот бы только дожить!

И еще, только бы Россия не слишком увлекалась поясом Зодиака.

Всячески Вас поддерживаю в Вашей борьбе за школьную астрономию.

С большим к Вам уважением

В.Н. Сельков

Р.С. Написал Вам искренне, что думаю. Знаю, что вам пишут академики, доктора, члены-корреспонденты... а это письмо от рядового учителя, теперь уже бывшего. Жаль, что практически Вы один на страницах ставшего редким журнала (с тиражом менее тысячи на огромную страну?) ведете спор с широкой “неастрономической общественностью”. А где голоса других? Хотелось бы услышать, например, В.Л. Гинзбурга (так хорошо делающего обзоры научных достижений и проблем) и мнение тех же учителей. Проблемы локальной астрономии надо выносить на страницы массовых газет, журналов, на экраны TV и т.д. Надо всем доказать, что астрономические знания – это особые знания, которыми должен обладать каждый образованный человек, пусть даже в пределах Вашего “Минимума знаний” (Земля и Вселенная, 2003, № 1).

Еще вопрос. Собираемся с выпускниками (разных лет) наблюдать астрономическое событие 8 июня 2004 г. Только бы небо! С погодой нам вечно не везло. Надеюсь, "Земля и Вселенная" публикует заранее обстоятельства прохождения Венеры по диску Солнца. Известно, что такое прохождение случается редко. Но иногда пишут, что последний раз это наблюдал М.В. Ломоносов, а иногда сообщают, что прохождение могут повторяться через 8 лет. Как это понять? Надеюсь, в журнале будет объяснение.

У меня потерялся "Земля и Вселенная" № 3 2002 г. На почте уверяют, что журнал доставили, но его нет. Не могла бы редакция выслать

этот номер мне наложенным платежом? Стоимость и расходы по пересылке будут немедленно оплачены. Может быть, в редакции есть хотя бы один лишний номер. Пожалуйста!

На днях оформил подписку на первое полугодие 2004 г. – 646 рублей всего за три номера журнала! Мне говорят: "Зачем тебе такой дорогой журнал, ты же в школе теперь не работаешь". А как без него?

На мои вопросы отвечать необязательно. Я не обижусь – Вы человек занятой, и письмо это личное.

В.С.

НОВЫЕ КНИГИ

Страницы воспоминаний

Свою новую книгу "Листочки памяти" (г. Королев Московской области, 2003 г.) Владимир Петрович Сенкевич подарил мне 28 августа 2003 г., когда в Российском авиакосмическом агентстве торжественно отмечался его юбилей (в нашем журнале 70-летие В.П. Сенкевича тоже было отмечено, Земля и Вселенная, 2003, № 4).

Книга выпущена ЦНИИ машиностроения (ЦНИИмаш), ныне возглавляемым академиком Н.А. Анфимовым.

Как известно, ЦНИИмаш – основной научно-исследовательский институт космической промышленности Российской Федерации, а потому его директорами и первыми заместителями всегда были крупные ученые, чьи имена известны далеко за пределами нашей страны.

Автор книги с 1967 г. работает в Институте. Здесь он прошел большой путь от начальника группы до заместителя начальника Центра системного проектирования и многие годы трудился под руководством тех, о ком написаны воспоминания. Основу книги составляют очерки, посвященные трем директорам ЦНИИмаш – Георгию Александровичу Тюрину, Юрию Александровичу Можжорину (Земля и Вселенная, 1996, № 5; 1998, № 5) и Владимиру Федоровичу Уткину (Земля и Вселенная, 1994, № 3; 2000, № 3). Читатели получают представление о том, как жили и трудились эти талантливые и мужественные люди, заслуги которых по достоинству отмечены высокими званиями и наградами, а имена – "навечно вписаны в золотые страницы отечественной и мировой космонавтики, могучей ракетной техники". Они, конечно, были разными по характеру, стилю работы и увлечениям. Тем более интересно узнать, как столь разные люди проявляли себя в многотрудной и очень ответственной деятельности.

В книгу включены воспоминания и об ушедших из жизни первых заместителях директоров Института по науке А.Г. Мрыкине и В.М. Сурикове, "также внесших весомый вклад в развитие ракетно-космической техники, многогранную работу Института и повышение его научного авторитета".

Книгу завершает материал о недавно скончавшемся крупном ученом, первом заместителе директора Института по науке, академике Всеволоде Сергеевиче Авдеевском (Земля и Вселенная, 2003, № 4).

Внимание читателей наверняка привлекут уникальные фотографии, комментарии, документы.

В заключение уместно отметить, что книга, написанная президентом Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского, входит в многотомник РАКЦ "Страницы космической истории", издаваемый с 2001 г.

Е.П. Левитан

Указатель статей и заметок о планетах и их спутниках, опубликованных в “Земле и Вселенной” в 1965–2003 гг.

I. Статьи

Бобров М.С. Кольца вокруг планет	1979, 5
Голицын Г.С. Погода на других планетах	1969, 6
Голицын Г.С. Новое об атмосферах планет	1972, 1
Красс М.С. Льды в Солнечной системе	1988, 3
Козенко А.В. Теория фигур планет	1993, 6
Колосов М.А., Яковлев О.И. Радиоволны исследуют Солнечную систему	1974, 5
Рябов Ю.А. Резонансные движения в Солнечной системе	2003, 5
Соколов В.Г. Сближение планет в 1982 г.	1977, 2
Тейфель В.Г. Служба планет	1990, 5

Меркурий

Ксанфомалити Л.В. Меркурий – брат Луны	1976, 1
Саган К., Моррисон Д. Планета Меркурий	1970, 1

Венера

Барсуков В.Л., Сурков Ю.А. Поверхность и кора Венеры	1986, 4
Вайсберг О.Л. Новое в плазменных оболочках Земли и Венеры	1974, 1
Захаров А.И. Венера и “Магеллан”	1992, 5
Истомин В.Г. Редкие газы на Венере	1982, 5
Крупенин Н.Н. Грунт и ландшафт Венеры	1977, 1
Ксанфомалити Л.В. Новые исследования Венеры	1979, 4
Ксанфомалити Л.В. Поверхность Венеры	1982, 1
Ксанфомалити Л.В. Атмосфера и поверхность Венеры	1983, 4
Кузьмин Л.Д. Планета Венера	1966, 2
Курт В.Г. Современные представления об атмосфере Венеры	1969, 1
Маров М.Я. Автоматические аппараты исследуют Венеру	1971, 3
Маров М.Я. Венера: открытия и проблемы	1980, 4
Минин И.Н. Атмосферу Венеры изучают теоретики	1978, 1
Мороз В.И. Новое об атмосфере Венеры	1986, 3

Петров Г.М. Радиолокационные исследования Венеры	1982, 1
Подгорный И.М. Магнитосфера Венеры	1983, 1
Ржига О.Н. Первая карта Венеры	1985, 3
Ржига О.Н. Атлас планеты Венера	1986, 1
Ржига О.Н. Карты планеты Венера	1989, 3
Сурков Ю.А., Андрейчиков Б.М. Исследования атмосферы Венеры автоматическими станциями	1974, 1
Шевченко В.В. “Галилео”: новые результаты	1992, 6

Марс

Бронштэн В.А. Марс вблизи	1966, 1
Бронштэн В.А. Великое противостояние Марса	1988, 4
Бронштэн В.А. Великое противостояние Марса	2003, 4
Галкин И.Н. Начало марсианской сейсмологии	1988, 1
Голицын Г.С. Нижняя атмосфера Марса	1973, 5
Горшков Л.А. Ступит ли нога человека на Марс	1999, 6
Григорьев А.И., Потапов А.Н. Пилотируемая экспедиция на Марс: медико-биологические проблемы	1999, 6
Гросвальд М.Д. Следы великих гидросферных катастроф на Марсе и Земле	1999, 1
Давыдов В.Д. Марс – наш космический сосед	1965, 4
Долгиннов Ш.Ш. Есть ли у Марса магнитное поле	1973, 5
Коваль И.К. Планета Марс	1971, 5
Козловская С.В. Внутреннее строение и химический состав Марса	1973, 5
Корлисс У. Обнаружение жизни в космосе	1965, 6
Коротеев О.С., Семенов В.Ф. Проект экспедиции на Марс	1999, 6
Ксанфомалити Л.В. “Марс-5”: поверхность и атмосфера Красной планеты	1974, 5
Куликов С.Д., Горшков Е.Н., Мартынов М.Б. Проект АМС “ФОБОС-грунт”	2002, 6
Лейкин Г.А. Как образуются и исчезают кратеры	1983, 4

Дейтон Р. Поверхность Марса	1971, 2	<i>Спутники планет</i>	
Марленский А.Д. Марсианская звездная карта	1972, 3	Голицын Г.С., Стеклов А.Ф. Атмосферы спутников больших планет	1979, 5
Мартынов Д.Я. Что есть на Марсе	1974, 3	Дольфюс О. Открытие Януса десятого спутника Сатурна	1968, 1
Мороз В.И., Ксанфомалити Л.В. Новые вести с Марса	1972, 3	Емельянов Н.В. Необычные явления в системах спутников планет	1997, 3
Мороз В.И., Ксанфомалити Л.В. Марс без легенд	1973, 5	Родионова Ш.Ф. Поверхности галилеевых спутников Юпитера	1981, 5
Ржига О.Н. Марс. Чем сложена его поверхность	1968, 5	Рускол Е.Л. Спутники Марса	1978, 2
Родионова Ж.Ф., Дехтярева К.И. Особенности рельефа Земли, Луны, Марса и Венеры	1985, 4	Рускол Е.Л. Система спутников Юпитера	1978, 4
Саган К. Марс с "Маринера"	1973, 5	Рускол Е.Л. Спутники Сатурна	1981, 2
Салова Г.И. О чем говорят "полосы Синтона"	1965, 5	Рускол Е.Л. Спутники Урана	1984, 6
Титов Д.В. Исследования атмосферы и климата Марса	1999, 4	Уральская В.С. Спутниковые системы планет	2002, 2
Фесенкова Л.В. Может ли быть Марс обитаем	1965, 5	Уральская В.С. Семейство Юпитера все увеличивается	2002, 5
Чесноков В.И. Химический состав поверхности Марса	1978, 2	Чепурова В.М., Семенова С.Л. Спутники больших планет	1993, 3
Шевченко В.В. Небо Марса	1972, 3	II. Заметки	
<i>Юпитер</i>		Инопланетный феномен	1997, 4
Когемасов Г.Г. "Галилей" изучает систему Юпитера	2001, 2	Как возникло деление Кассини?	1971, 6
Тейфель В.Г. Две новые загадки Юпитера	1966, 3	Круговая поляризация света планет	1972, 2
Тейфель В.Г. Новые исследования Красного Пятна на Юпитере	1968, 4	Надежда найти десятую планету угасает	1994, 2
Тейфель В.Г. Атмосфера Юпитера и Сатурна	1972, 1	Новости о планетах	1965, 3
Трубицын В.П. Внутреннее строение планет-гигантов	1974, 1	Нужно ли искать планету X	1989, 3
Чурюмов К.И. Катастрофа на Юпитере	1996, 1	О неоткрытых небесных телах Солнечной системы	1968, 3
<i>Сатурн</i>		Парад планет 2000 года	1999, 5
Бобров М.С. Сатурн	1972, 1	Радиолокационные наблюдения планет	1981, 3
Бобров М.С. Сатурн, каким мы его знаем теперь	1982, 4	Существует ли планета X	1991, 1
<i>Уран и Нептун</i>		Термоядерные реакции в недрах планет	1992, 2
Гольдовский Д.Ю., Рускол Е.Л. "Вояджер-2" исследует Уран	1986, 5	Устойчивы ли орбиты планет и астерондов	1995, 2
Гребенников Е.А., Рябов Ю.А. Загадки движения Урана и открытие Нептуна	1975, 4	<i>Меркурий</i>	
Ксанфомалити Л.В. Дальше только звезды	1990, 3	Еще о вращениях Меркурия	1966, 4
Ксанфомалити Л.В. Нептун, его кольца и спутники	1991, 2-3	Магнитное поле Меркурия	1967, 1
Тейфель В.Г. Облака на Уране и Нептуне	1985, 5	Меркурий вращается за 59 суток	1966, 3
<i>Плутон</i>		Меркурий на диске Солнца	1971, 1
Голицын Г.С. Плутон и его спутник	1979, 2	О вращении Меркурия	1966, 3
Емельянов Н.В. Редкие явления в системе Плутона	1989, 4	Почему нет спутников у Венеры и Меркурия	1973, 6
		Радиоастрономы измеряют координаты Меркурия	1979, 3
		Снова к Меркурию?	1994, 6
		Снова к Меркурию?	1995, 1
		Флуктуации в люминесценции Меркурия	1967, 2
		<i>Венера</i>	
		Аномальная вода в облаках Венеры	1971, 3
		Ботаник и зоолог... на Венере	1993, 2
		"Венера-5" и "Венера-6" достигли планеты Венера	1969, 3

Венера: почему обратное вращение?	2002, 3	Есть ли простейшие формы на Марсе	1996, 3
Взаимоотношения Солнца с Венерой	1991, 4	Есть ли у Марса магнитное поле?	1991, 3
Возобновление полетов к Венере	2003, 1	Жили ли микробы на Марсе?	1988, 1
Вода в облаках Венеры	1965, 2	История марсианской поверхности	1999, 5
Гигантский оползень на Венере	1991, 6	Каким был океан на Марсе	2000, 6
Горы Венеры покрыты слоем металлических веществ	1995, 5	Как объяснить следы жизни на Марсе	2001, 4
Грозы на Венере	1992, 4	Каково давление атмосферы на Марсе?	1969, 1
Загадочные ландшафты Венеры	1989, 5, 6	Какой была плотность атмосферы Марса	1971, 5
Изображения поверхности Венеры	1991, 2	Камера, имитирующая условия Марса	1965, 3
Ионный хвост Венеры	1999, 1	Кислород на Марсе?	1969, 2
“Каналы” и лавины на Венере	1992, 4	“Маринер-4” рассказывает о Марсе	1966, 2
“Корона” Венеры	1992, 3	Марс – астероид?	1992, 3
Кратеры на... Венере	1974, 3	Марсианские реки	1999, 5
“Магеллан” исследует Венеру	1991, 4	Марс – история магнитного поля	2000, 4
“Магеллан”: новые ландшафты на Венере	1992, 3	Марс перед объективами телевизионных камер	1970, 1
“Магеллан” прощается с Венерой	1995, 5	Маскоп на Марсе	1979, 2
Магнитное поле Венеры	1965, 1	Мерзлота на Марсе	1981, 1
Моделируется Венера	1996, 5	Мозаичные изображения Марса	1993, 1
Наземные исследования Венеры	1979, 4	Моря и каналы Марса могут оказаться возвышенностями	1968, 1
Необычное образование на Венере	1965, 2	На Марсе были океаны	1992, 4
Новое об атмосфере Венеры	1969, 4	На пути к Марсу	1992, 4
Новый полет к Венере	1983, 4	Начало работы на орбите Марса	2002, 3
О вулканизме на Венере	1991, 4	Неоднородности на поверхности Марса	1967, 1
Оксаны на Венере?	1983, 5	Новое в “марсологии”	1999, 5
Панорамы Венеры	1982, 4	Новое о Марсе	1971, 4
Плосковершинные вулканы Венеры и Земли	1996, 1	Новое о северной шапке Марса	1999, 4
Полярные вихри на Венере	1979, 4	Первые снимки Марса в период великого противостояния 1971 г.	1971, 6
Почему нет спутников у Венеры и Меркурия	1973, 6	Планетология о следах жизни на Марсе	2001, 4
Предварительные научные итоги полета “Венеры-8”	1972, 5	Подтверждения открытия льда на Марсе	2002, 4
Радионизлучение Венеры и солнечная активность	1967, 1	Полярные шапки и пылевые бури на Марсе	1974, 1
Радиокарта Венеры	1969, 1	Природа полярных шапок Марса	1972, 4
Радиокарта Венеры	1972, 2	Природные условия Марса в земной лаборатории	1998, 5
Радиолокационные наблюдения Венеры	1980, 3	Радиотемпература Марса	1966, 4
Различия атмосфер Земли и Венеры	1966, 6	Размеры и форма Марса	1965, 1
Ртуть в облаках Венеры?	1971, 3	Раскрывая тайны Марса	1999, 6
Снова к Венере	1969, 2	Снова о жизни на Марсе	1998, 1
Соединения водорода в атмосфере Венеры	1968, 1	Странное пятно на Марсе	1995, 1
Странные “кратеры” на Венере	1992, 5	Супервулкан Марса на геологической карте	1994, 4
Эта загадочная Венера	1989, 6	Темные области на Марсе – возвышенности или низменности	1970, 1
<i>Марс</i>		Углекислый газ в атмосфере Марса	1967, 3
В атмосфере Марса ледяные кристаллики	1969, 4	Ультрафиолетовый спектр Марса	1966, 3
Древний океан на Марсе	2003, 3	Физические свойства поверхности Марса	1967, 3
Вечная мерзлота на Марсе	1969, 4	Фобос покрыт пылью	1999, 4
Викинги о грунте Марса	1979, 1	Фотографии поверхности Марса	1969, 4
Водяной лед на Марсе	2003, 6	<i>Юпитер</i>	
Вулканизм на Марсе	1997, 4	В объективе – Юпитер	1974, 2
Вулканическая пыль на Марсе		Возможна ли жизнь на Юпитере	1966, 4
поглощает радиосигнал	1995, 6	Дециметровое радионизлучение Юпитера	1973, 3
		Доза радиации близ Юпитера	1975, 5

Еще одно кольцо Юпитера	1998, 5	Несоновая атмосфера Плутона	1975, 2
Загадка Юпитера остается не разгаданной	1967, 1	Новое о Плутоне	1966, 2
Магнитное поле и пояса радиации Юпитера	1965, 3	Новое о Плутоне	1989, 3
Модель атмосферы Юпитера	1967, 6	Новое о системе Плутон–Харон	1995, 4
Новая встреча с Юпитером	1980, 1	Плутон – астероид или планета?	1999, 5
Новый объект в атмосфере Юпитера?	1989, 6	Плутон и Тритон: загадки остаются	1990, 5
“Обезвоженный” Юпитер	1996, 4	Плутон и Харон – новое взвешивание	1994, 6
Погода на Юпитере и Нептуне	1997, 3	Плутон и Харон – второе взвешивание	1995, 1
Природа колец Юпитера	1999, 2	Плутон оказался пятнистым	1996, 5
Солнечная активность и радиоизлучение Юпитера	1971, 6	Поиски трансплутоновой планеты	1973, 2
Что нового на Юпитере?	1998, 2	Прохождение Харона по диску Плутона	1985, 6
Электроны от Юпитера	1980, 6	Система Плутона	1980, 2
		Странная орбита Плутона	1994, 6
		Существует ли трансплутоновая планета	1973, 4

Сатурн

Большое белое пятно на Сатурне	1991, 2
Вихри и штормы на Сатурне	1995, 5
Встреча “Пионера-11” с Сатурном	1980, 2
Загадочный радиоисточник на Сатурне	1982, 4
Из чего состоят кольца Сатурна?	1965, 2
Исчезновение колец Сатурна в 1966 г.	1966, 3
Лед на кольцах Сатурна	1966, 3
Новое о Сатурне	1982, 3
Сатурн в инфракрасном свете	2002, 4
Сатурн крупным планом	1981, 2
Светлые пятна на Сатурне	1991, 2
Снова о кольцах Сатурна	1998, 5
Состоят ли из льда частицы колец Сатурна?	1968, 3
Радар исследует Сатурн	1973, 4
“Теплый” Сатурн	1973, 1

Уран

Алмазы в оболочках Урана и Нептуна?	1982, 2
Магнитное поле Урана подтверждается	1990, 4
Уран и Нептун – откуда они?	2000, 4
Уран под взглядом Космического телескопа	1999, 5

Нептун

“Вояджер-2”: встреча с Нептуном состоялась	1989, 6
Диаметр Нептуна	1969, 2
Еще одно кольцо вокруг Нептуна	1990, 4
Как Галилей наблюдал Нептун	1981, 2
Нептун оправдывает свое имя	1992, 3
Новые загадки Нептуна	1995, 4
Странности Нептуна	1997, 5

Плутон

Атмосфера Плутона	1982, 1
Богат ли железом Плутон?	1971, 6
Вращение Плутона	1973, 5
Масса Плутона	1972, 6
Метановый лед на Плутоне	1977, 5

Спутники планет

Азотная атмосфера Титана	1979, 3
Атмосферы галилеевых спутников Юпитера	1966, 3
Гейзеры на Тритоне	1990, 5
“Вояджер-1” о Титане	1981, 6
Всегда ли Фобос был спутником Марса?	1970, 6
Вулканы на Ио	1979, 5
Данные о спутниках планет Солнечной системы	1984, 4
Европейский симпозиум по программам покрытия	1994, 6
Есть ли жизнь на Европе?	1998, 5
Еще один спутник Сатурна?	1991, 3
Забутые наблюдения Ио	1985, 1
Загадочный Тритон	1979, 2
Знакомство с Паном продолжается	1992, 4
Имена новых спутников Нептуна	1990, 1
Инфракрасные спектры Ио и Ганимеда	1965, 5
Как вращаются спутники Сатурна	1972, 2
Как образовались борозды на Фобосе	1978, 5
Какой толщины лед на Европе	2002, 4
Калий в облаках Ио	1976, 5
Лавовый поток на Ио	2000, 5
Лед на спутниках Юпитера	1975, 1
Ледяные вулканы на спутниках Урана	1990, 1
Материк на Титане	1995, 4
Натриевое облако Ио растет	1991, 6
Нефтеносные моря на Титане?	1990, 2
Нефтеносные пески Япета	1990, 6
Новое об Амальтее	1979, 3
Новое о Ганимеде	1997, 6
Новое о системе Нептуна	1990, 1
Новое о Титане и Мимасе	1976, 1
Новое о Тритоне	1993, 3
Новые данные об ускорении Фобоса	1990, 1
Новые данные о Деймосе	1979, 3
Новые спутники Сатурна	2001, 2
Новые спутники Урана	1998, 6
Открытие десятого спутника Сатурна	1967, 2
Откуда у Титана атмосфера?	1992, 4
Сколько спутников у Сатурна	1997, 6

Снег и вулканы на Ио	2002, 6	У Ганимеда и Ио обнаружены магнитные поля	1996, 6
Спутник Ио и декаметровое излучение Юпитера	1966, 4	Уточнены размеры Тефии	2003, 3
Спутник, "пасущий" внешнее кольцо Нептуна	1992, 4	Фобос и Деймос	1972, 2
Странности Каллисто	1998, 2	Фобос и Деймос	1981, 4
Существует ли жизнь на Европе?	1998, 1	Фобос не падает на Марс	1971, 1
Прикосновение Миндаса	1991, 2	Фотографии десятого спутника Сатурна	1967, 3
Происхождение Харона	1982, 5	Четырнадцатый спутник Юпитера	1976, 2
Тринадцатый спутник Юпитера	1975, 2	Что внутри Ио	2000, 6
		18-й спутник Сатурна	1991, 3

Информация

Землетрясения грозят и Австралии

Долгое время считалось, что Австралийский континент не относится к сейсмоопасной зоне. Но, как теперь стало ясно, и там возможны землетрясения. Наиболее подвержена им юго-западная часть штата Западная Австралия, особенно район г. Буракин. В 10 км от него в сентябре 2001 г. произошло землетрясение магнитудой $M = 5$. За первым вскоре последовало еще три толчка такой же примерно силы и более 18 тыс. слабых, из которых несколько тысяч были ощутимыми. В радиусе 25 км во многих поселках здания и сооружения претерпели незначительный ущерб. В сентябре 2002 г. все стихло.

За последние 40 лет в Австралии не происходили события, близкие по интенсивности к Буракинским. Но ширина опасной зоны достигает 100 км. Она охватывает и столицу штата Перт, вместе с близлежащим портом

Фримантл, насчитывающим более 100 тыс. жителей.

Специалисты видят определенную связь "буракинской активности" недр с мощным землетрясением 1970 г. в районе Каду (50 км южнее Буракина и 120 км северо-восточнее Перта), которое оставило после себя 15-километровый разлом и высокий эскарп.

Государственное Управление наук о Земле Австралии опубликовало документ, в котором предупреждается, что сильному землетрясению могут подвергнуться территория штата Южная Австралия и его административный центр Аделаида с населением 900 тыс. человек.

В последний раз мощные толчки с магнитудой $M = 5.4$ отмечались неподалеку от г. Аделаида, рядом с городком Дарлингтон, 1 марта 1954 г. Самым же интенсивным явлением подобного рода здесь было Бичпортское землетрясение 1897 г., когда магнитуда толчков достигала 6.5.

Геофизические исследования показали, что хребет Маунт-Лофти претерпевает сжатие в направлении с востока на запад, а районы городов Аделаида и Марри-Бридж сближаются со скоростью около 0.1 мм/год.

Аделаиду окружают многочисленные разломы земной коры. По всей вероятности, вдоль одного из них (Эден-Бернсайда), между скалами Марнон и ущельем Ти-Три, и произошло землетрясение 1954 г. Теперь же напряжение в земной коре этого региона снова возрастает.

Управление наук о Земле Австралии начало осуществлять программу "Опасность неотектонического землетрясения", в которой участвуют и специалисты других государственных учреждений и университетов, в том числе и Новой Зеландии.

В пределах хребтов Маунт-Лофти и Флиндерс, а также на полуострове Эйр австралийские сейсмологи разместили 50 опорных пунктов, радиосвязь между которыми обеспечивают спутники системы GPS (Global Positioning System – Глобальная система определения местоположения). Собранная информация позволит определять координаты пунктов с точностью до 1 мм. В ряде точек установлены сейсмографы, способные регистрировать даже слабые подземные толчки.

AusGeo News, 2003, № 70

Ф.СП-1	АБОНЕМЕНТ		70336 (индекс издания)									
	на <u>газету</u> на <u>журнал</u>											
	Земля и Вселенная		Количество комплектов									
	(наименование издания)											
	на ____ год по месяцам:											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Куда											
	(почтовый индекс)		(адрес)									
	Кому											
(фамилия, инициалы)												
	ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА		70336 (индекс издания)									
	на <u>газету</u> на <u>журнал</u>											
	Земля и Вселенная		Количество комплектов									
	(наименование издания)											
	ПВ	место	литер	на ____ год по месяцам:								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Куда											
	(почтовый индекс)		(адрес)									
	Кому											
(фамилия, инициалы)												

С Новым
2004
Годом!

Дорогие читатели!

Напоминаем, что подписаться на журнал “Земля и Вселенная” вы можете с любого номера по Объединенному каталогу “Пресса России” (I полугодие 2004 г.) во всех отделениях связи. Подписной индекс – 70336.

Заведующая редакцией Г.В. Матросова
Зав. отделом астрономии Г.Н. Яшина
Зав. отделом наук о Земле В.А. Маркин
Зав. отделом космонавтики С.А. Герасютин

Художественные редакторы О.П. Никитина, М.С. Вьюшина
Литературный редактор О.Н. Фролова
Мл. редактор Л.В. Рябцева
Оператор ПК Н.П. Токарева
Корректор Г.В. Печникова
Обложку оформила О.Н. Никитина

Сдано в набор 06.11.2003. Подписано в печать 08.01.2004. Формат бумаги 70×100¹/₁₆
Офсетная печать Уч.-изд. л. 12.2. Усл.печ. л. 9.1. Усл.кр.-отт. 7.8 тыс. Бум. л. 3.5
Тираж 831 экз. Заказ № 7877

Свидетельство о регистрации № 2119 от 28.06.91
Учредители: Президиум РАН,
Астрономо-геодезическое общество (АГО) при РАН,
Издательство “Наука”

Адрес издателя: 117997 Москва, Профсоюзная ул., 90
Адрес редакции: 119991 Москва, Мароховский пер., 26
Телефоны (факс): 238-42-32, 238-29-66
E-mail: ZEVS@ naukaran.ru
Web-страница журнала на сайте Московского планетария:
www.planetarium.ru/eu/eu_main.html
Отпечатано в ППП “Типография Наука”

121099 Москва, Шубинский пер., 6



Асф. степ - 1990



“Наука”
Индекс 70336